



FBVA-BERICHTE 113/2000

Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien
Waldforschungszentrum

**Forschungsergebnisse und
Forschungsbedarf zum Thema
„Sustainable Future of Mountain
Forests in Europa“**

**“Sustainable Future of Mountain
Forests in Europe“:
Results and Research Needs**

F. HERMAN (Hrsg.)

FDK 945.4:611:(23):181.45:111.83:(436)



BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT,
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT

Das Lebensorientierte

Empfohlene Zitierung:

Forschungsergebnisse und Forschungsbedarf zum Thema „Sustainable Future of Mountain Forests in Europe“, Beiträge für den 3. Internationalen Workshop in Igls/Tirol zur Umsetzung der Resolution S4 am 3.–5. Mai 2000/ Hrsg. von F. Herman. FBVA-Berichte; Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, 2000, Nr. 113, 83 S.

ISSN 1013-0713

Copyright 2000 by
Forstliche Bundesversuchsanstalt

Für den Inhalt verantwortlich :
Direktor HR Dipl. Ing. Friedrich Ruhm

Mitarbeiter

Forstliche Bundesversuchsanstalt:
M. Englisch (Institut für Forstökologie)
G. Frank (Institut für Waldbau)
W. Fürst (Institut für Waldwachstum und Betriebswirtschaft)
M. Gärtner (Abteilung Forstliches Luftbild)
T. Geburek (Institut für Forstgenetik)
F. Herman (Institut für Immissionsforschung und Forstchemie)
G. Markart (Institut für Lawinen- und Wildbachforschung)
F. Müller (Institut für Waldbau)
K. Schadauer (Institut für Waldinventur)
H. Schaffhauser (Institut für Lawinen- und Wildbachforschung)
S. Smidt (Institut für Immissionsforschung und Forstchemie)

Universität für Bodenkultur, Institut für Waldbau:
G. Volk
A. Pitterle

Universität Innsbruck,
Institut für Hochgebirgsforschung und alpenländische Land- und Forstwirtschaft:
H. Scheiring

Herstellung und Druck :
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Waldforschungszentrum
Seckendorff-Gudent Weg 8
A-1131 Wien
URL: <http://www.fbva.bmlf.gv.at>

Anschrift für Tauschverkehr :
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Bibliothek
E-mail: gudrun.schmidberger@fbva.bmlf.gv.at
Seckendorff-Gudent Weg 8
A-1131 Wien

Tel. + 43-1-878 38 1216
Fax. + 43-1-878 38 1250

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Kurzfassung | 5 |
| Abstract | 5 |
| 1 Einleitung | 6 |
| 2 Forschungsergebnisse und Forschungsbedarf | 9 |
| 2.1 Bestimmung geographischer Einheiten durch Identifizieren und Untersuchung aller Umweltfaktoren sowie die Festlegung von Aktionen, die nach Einheit umzusetzen sind | 9 |
| 2.1.1 Gliederung nach forstlichen Wuchsgebieten und Höhenstufen | 9 |
| 2.1.2 Gliederung nach Naturähnlichkeit | 10 |
| 2.1.3 Gliederung nach Leitfunktionen des Waldes | 10 |
| 2.2 Herstellung von ökologischen Kartenaufzeichnungen auf Tal- bzw. Wasserscheidenebene, einschließlich Daten über Umwelt und Risiken | 12 |
| 2.2.1 Bundesweite Kartenaufzeichnungen | 12 |
| 2.2.1.1 Österreichische Bodenschutzkonzepte | 12 |
| 2.2.1.2 Waldboden-Zustand | 13 |
| 2.2.1.3 Schutzwald | 13 |
| 2.2.1.4 Verjüngungsstatus | 15 |
| 2.2.1.5 Steinschlagschäden | 15 |
| 2.2.1.6 Wald-Wild-Problematik | 15 |
| 2.2.1.7 Waldweidefläche | 18 |
| 2.2.1.8 Naturwaldreservate | 18 |
| 2.2.1.9 Geographische Verteilung genetischer Strukturen in Baumpopulationen | 20 |
| 2.2.1.10 Ozon-Risiko | 21 |
| 2.2.1.11 Stickstoff-Risiko | 21 |
| 2.2.1.12 SO ₂ -Immissionseinwirkungen | 21 |
| 2.2.1.13 Ernährungszustand von Waldbäumen | 23 |
| 2.2.2 Regionale Kartenaufzeichnungen | 25 |
| 2.2.2.1 Gefahrenzonen | 25 |
| 2.2.2.2 Forstliche Standorte | 25 |
| 2.2.2.3 Vegetation | 26 |
| 2.2.2.4 Stickstoffeinträge | 26 |
| 2.2.2.5 Waldboden Zustand der Länder der ARGE ALP und ARGE ALPEN ADRIA | 26 |
| 2.2.2.6 Waldboden Zustand in Tirol | 27 |
| 2.2.2.7 Schutzwaldkonzeption für Regionen | 27 |
| 2.2.2.8 Fernerkundung | 27 |
| 2.3 Datenbanken auf nationaler Ebene | 28 |
| 2.4 Verbesserung des Verständnisses über das Zusammenwirken des Wasserkreislaufes, der Flora, des Bodens und des Felsuntergrundes, um Gefahren einzuschätzen, die aufgrund einer veränderten Bodennutzung entstehen | 30 |
| 2.4.1 Wildbachforschung | 30 |
| 2.4.2 Schnee- und Lawinenforschung | 31 |
| 2.4.3 Standortkunde und Ökologie | 35 |
| 2.4.4 Waldbau | 36 |
| 2.4.4.1 Bestandesbegründungen | 36 |
| 2.4.4.2 Modelle | 37 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.5 | Verbesserung der ökologischen Stabilität und die Einschränkungen unkontrollierter künstlicher Eingriffe in Bergwaldumgebungen | 38 |
| 2.5.1 | Gesetzliche Regelungen | 38 |
| 2.5.2 | Nutzwertanalyse | 39 |
| 2.5.3 | Forstlich-biologische Maßnahmen der Katastrophenprävention | 39 |
| 2.6 | Entwicklung ergänzender Finanzierungskonzepte, wo die Einkünfte aus der Forstwirtschaft nicht ausreichen um die Kosten des Waldbaus zu decken | 40 |
| 2.6.1 | Sicherstellung und Verbesserung landeskultureller Leistungen des Bergwaldes auf der Grundlage des Bergwaldprotokolls zur Alpenkonvention (1996) | 40 |
| 2.6.2 | Landeskulturelle Leistungen des Bergwaldes - Nachweise für deren Wirksamkeit, Leitbilder und forstpolitische Begründungen für ihre Abgeltung (1998) | 41 |
| 2.6.3 | Untersuchungen zur Bedeutung von Nutzungs- und Pflegeeingriffen zur Aufrechterhaltung der landeskulturellen Leistungen von Bergwaldbeständen im Alpenraum (2000) | 41 |
| 2.6.4 | Waldleistungspotentiale | 42 |
| 2.6.5 | Waldökopunktesystem | 42 |
| 3 | Forderungen für eine harmonisierte europäische Vorgangsweise zur Sicherung der Nachhaltigkeit | 43 |

Forschungsergebnisse und Forschungsbedarf zum Thema „Sustainable future of mountain forests in Europe“

Beiträge für den 3. Internationalen Workshop in Igls/Tirol zur Umsetzung der Resolution S4
am 3. – 5. Mai 2000

F. HERMAN (Hrsg.)

Institut für Immissionsforschung und Forstchemie, Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien

Kurzfassung: Im Rahmen der 3. Ministerkonferenz im Juni 1998 in Lissabon wurde die „General Declaration“ angenommen sowie die Resolutionen L1 und L2 unterzeichnet. Mit dieser bestärkt Europa seinen Willen, die vielfältigen ökologischen, ökonomischen, kulturellen und sozialen Leistungen des Waldes nachhaltig sicherzustellen und weiter auszubauen. Die Minister haben in Lissabon u.a. festgelegt, die Umsetzung früherer, im Rahmen der Ministerkonferenzen in Strassburg und Helsinki eingegangenen Verpflichtungen in Zusammenarbeit mit internationalen Gremien und Organisationen zu fördern. Aus diesem Grunde wurde die Weiterführung der Umsetzung der Resolution S4 „Adapting the management of mountain forests to new environmental conditions“ veranlasst und das neu gegründete Europäische Bergwälder-observatorium (European Observatory of Mountain Forests - EOMF) beauftragt, eine Arbeitsunterlage zum Europäischen Bergwälder-Aktionsplan (European Mountain Forests Action Plan – EMFAP) zur Umsetzung der Resolution S4 zu erstellen. Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hat die Forstliche Bundesversuchsanstalt beauftragt, konkrete Forschungsergebnisse und den Forschungsbedarf zum Thema „The sustainable future of mountain forests in Europe“ zu kompilieren. Hierbei sollte vor allem auf die in der Resolution S4 formulierten Themenkomplexe Teil I/10 Bezug genommen werden. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur wurden die vorliegenden Beiträge als erster Ansatz zur Darstellung von Forschungsergebnissen und Forschungsbedarf erstellt und Forderungen für eine harmonisierte europäische Vorgangsweise zur Sicherung der Nachhaltigkeit aufgelistet.

Schlüsselworte: Bergwald, Nachhaltigkeit, Biodiversität, Forschungsbedarf

Abstract. [“Sustainable Future of Mountain Forests in Europe“: Results and Research Needs.] Within the framework of the Third Ministerial Conference which took place in June, 1998 in Lisbon, the “General Declaration” was adopted and the Resolutions L1 and L2 were signed. By doing this, Europe enhances its willingness to promote and safeguard the various ecological, economic, cultural and social benefits of the forest on a sustainable basis. In Lisbon, the ministers agreed to promote the implementation of commitments made previously within the framework of the Ministerial Conferences in Strasbourg and Helsinki in collaboration with international bodies and organisations. For this reason the continuation of the implementation of Resolution S4 “Adapting the management of mountain forests to new environmental conditions” was endorsed and the newly established European Observatory of Mountain Forests - (EOMF) was charged with the preparation of a working document for the European Mountain Forests Action Plan – (EMFAP) designed for the implementation of Resolution S4. The Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management has charged the Austrian Federal Forest Research Center with the compilation of concrete research results and research needs relating to the theme “The sustainable future of mountain forests in Europe” taking into account the topics formulated in part I/10 of Resolution S4. In cooperation with the Institute of Silviculture of the University of Agricultural Sciences the present paper has been prepared as a first approach to present research results and research needs followed by a list of demands for harmonised actions for sustainable management of forests at the European level.

Keywords: Mountain forests, sustainability, biodiversity, research needs

1 Einleitung

Der Rolle des Waldes als bedeutendem ökonomischem Faktor, seinem unverzichtbaren Beitrag zur Sicherung des Lebensraums vor Naturgefahren, zur Erholung, zur Bewahrung der ökologischen Vielfalt sowie seiner Bedeutung als schützenswertem Kulturgut wurde im Rahmen von bisher drei Konferenzen der europäischen Forstminister Rechnung getragen. Die erste Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder Europas fand als gemeinschaftliche Initiative Frankreichs und Finnlands im Dezember 1990 in Straßburg statt. Unter dem Eindruck des „Waldsterbens“ wurde erstmals das Anliegen des grenzüberschreitenden Schutzes der Wälder in Europa auf die politische Ebene gehoben. Die für die Forstwirtschaft zuständigen Minister verpflichteten sich zur technischen und wissenschaftlichen Zusammenarbeit und unterfertigten eine Grundsatzklärung sowie die Straßburg-Resolutionen S1-S6. Der damit eingeleitete „gesamteuropäische Prozess zum Schutz der Wälder“ wurde 1993 in Helsinki weiter geführt und in den Resolutionen H1 – H4 unter Bedachtnahme auf die Ergebnisse des UN-Umweltgipfels von Rio de Janeiro fest geschrieben. Im Rahmen der 3. Ministerkonferenz im Juni 1998 in Lissabon wurde die „General Declaration“ angenommen sowie die Resolutionen L1 und L2 unterzeichnet. Mit dieser bestärkt Europa seinen Willen, die vielfältigen ökologischen, ökonomischen, kulturellen und sozialen Leistungen des Waldes nachhaltig sicherzustellen und weiter auszubauen.

Die Minister haben in Lissabon u.a. festgelegt, die Umsetzung früherer, im Rahmen der Ministerkonferenzen in Straßburg und Helsinki eingegangenen Verpflichtungen in Zusammenarbeit mit internationalen Gremien und Organisationen zu fördern.

Aus diesem Grunde wurde die Weiterführung der Umsetzung der

Resolution S4
„Adapting the management of mountain forests
to new environmental conditions“

veranlasst und das neu gegründete Europäische Bergwälderobservatorium (European Observatory of Mountain Forests - EOMF) beauftragt, eine Arbeitsunterlage zum Europäischen Bergwälder-Aktionsplan (European Mountain Forests Action Plan – EMFAP) zur Umsetzung der Resolution S4 zu erstellen. Diese Arbeitsunterlage wird anlässlich eines internationalen Workshops im Mai 2000 in

Igls/Tirol präsentiert werden. Der Titel des Workshops lautet

„The sustainable future of mountain forests
in Europe“.

Der Workshop wird vom Bergwälderobservatorium in Kooperation mit dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, dem Ökosozialen Forum Österreichs, der FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) und der IUFRO (International Union of Forestry Research) veranstaltet.

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hat die Forstliche Bundesversuchsanstalt beauftragt, konkrete Forschungsergebnisse und den Forschungsbedarf zum Thema des Workshops zu kompilieren. Hierbei sollte vor allem auf die in der Resolution S4 formulierten Themenkomplexe Teil I/10 Bezug genommen werden. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur wurden die vorliegenden Beiträge als erster Ansatz zur Darstellung von Forschungsergebnissen und Forschungsbedarf erstellt und Forderungen für eine harmonisierte europäische Vorgangsweise zur Sicherung der Nachhaltigkeit aufgelistet.

Die Forstliche Bundesversuchsanstalt (FBVA) ist gemäß Forstgesetz 1975 eine Einrichtung der Republik Österreich. Sie ist zur fachwissenschaftlichen Bearbeitung und Lösung forstlicher Fragen berufen. Ihre Aufgaben umfassen Forschung, Gutachtertätigkeit und Beratung. Die FBVA ist seit vielen Jahren mit jenen Themen beschäftigt, welche in der Arbeitsunterlage unter „Konkreten Zielsetzungen“ und „Perspektiven“ genannt werden und fühlt sich daher berufen, hierzu Stellung zu nehmen.

Die Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) versteht sich als Lehr- und Forschungsstätte für erneuerbare Ressourcen, die eine Voraussetzung für das menschliche Leben sind. Aufgabe der BOKU ist es, durch die Vielfalt der vertretenen Fachgebiete zur Sicherung dieser Lebensgrundlagen für zukünftige Generationen entscheidend beizutragen. Durch die Verbindung von Naturwissenschaften, Technik und Wirtschaftswissenschaften versucht sie, das Wissen um die ökologisch und ökonomisch nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen in einer harmonischen Kulturlandschaft zu mehren. Die Universität für Bodenkultur ist als einzige Universität Österreichs in der Lage, das in der Resolution S4 angesprochene Problemfeld der nachhaltigen Bergwaldbewirtschaftung unter Berücksichtigung der

geänderten Umweltbedingungen in Forschung und Lehre umfassend zu bearbeiten.

Im folgenden wird auf Punkt 10/Teil I der Arbeitsunterlage des Europäischen Bergwälderobservatoriums eingegangen. Diese enthält folgende Punkte:

- ▶ Bestimmung geographischer Einheiten durch Identifizieren und Untersuchung aller Umweltfaktoren sowie die Festlegung von Aktionen, die nach Einheit umzusetzen sind.
- ▶ Herstellung von ökologischen Kartenaufzeichnungen auf Tal- bzw. Wasserscheidenebene, einschließlich Daten über Umwelt und Risiken.
- ▶ Aufbau von Datenbanken auf nationaler Ebene.
- ▶ Verbesserung des Verständnisses über das Zusammenwirken des Wasserkreislaufes, der Flora, des Bodens und des Felsuntergrundes, um Gefahren einzuschätzen, die aufgrund einer veränderten Bodennutzung entstehen.
- ▶ Verbesserung der ökologischen Stabilität und die Einschränkungen unkontrollierter künstlicher Eingriffe in Bergwaldumgebungen.
- ▶ Entwicklung ergänzender Finanzierungskonzepte, wo die Einkünfte aus Forstwirtschaft nicht ausreichen, um die Kosten des Waldbaus zu decken.

Die zahlreichen Universitätsinstitute und Forschungszentren in Österreich, welche in Forschungsaktivitäten vernetzt eingebunden sind, werden im Anhang vorerst lediglich genannt. Sie sollten in der Folge aktiv an der Weiterführung der Beiträge mitarbeiten, um ein umfassendes Weissbuch zur Forschungslandschaft in Österreich zu erstellen.

Die Bewaldung liegt in Österreich bei 47 % (SCHIELER et al. 1995). Die Notwendigkeit der Erhaltung der Bestände durch nachhaltige Bewirtschaftung ist in Österreich vordringlich, da gemäß Waldentwicklungsplan 31 % der Waldflächen die Schutzfunktion als Leitfunktion ausgewiesen haben. Die Fläche der Bergwälder umfasst mit 2,95 Mio Hektar 75 % des gesamten österreichischen Waldes (Abbildung 1).

Eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder ist zur Erhaltung der Funktionen des Waldes unabdingbar und wurde bereits durch das Reichsforstgesetz von 1852 festgeschrieben.

Im vorliegenden Beitrag werden unter dem Begriff „Bergwälder“ jene der montanen und subalpinen Stufe der alpinen Region in Übereinstimmung mit der COST-Aktion E3 „Research into the role of forests in protecting mountainous rural areas - evaluation of silvicultural treatment“ (FRANK et al. 1998) verstanden.

Abb. 1:
Bergwald in Österreich

- tiefmontan
- mittelmontan
- hochmontan
- tiefsubalpin
- hochsubalpin
- andere Wälder

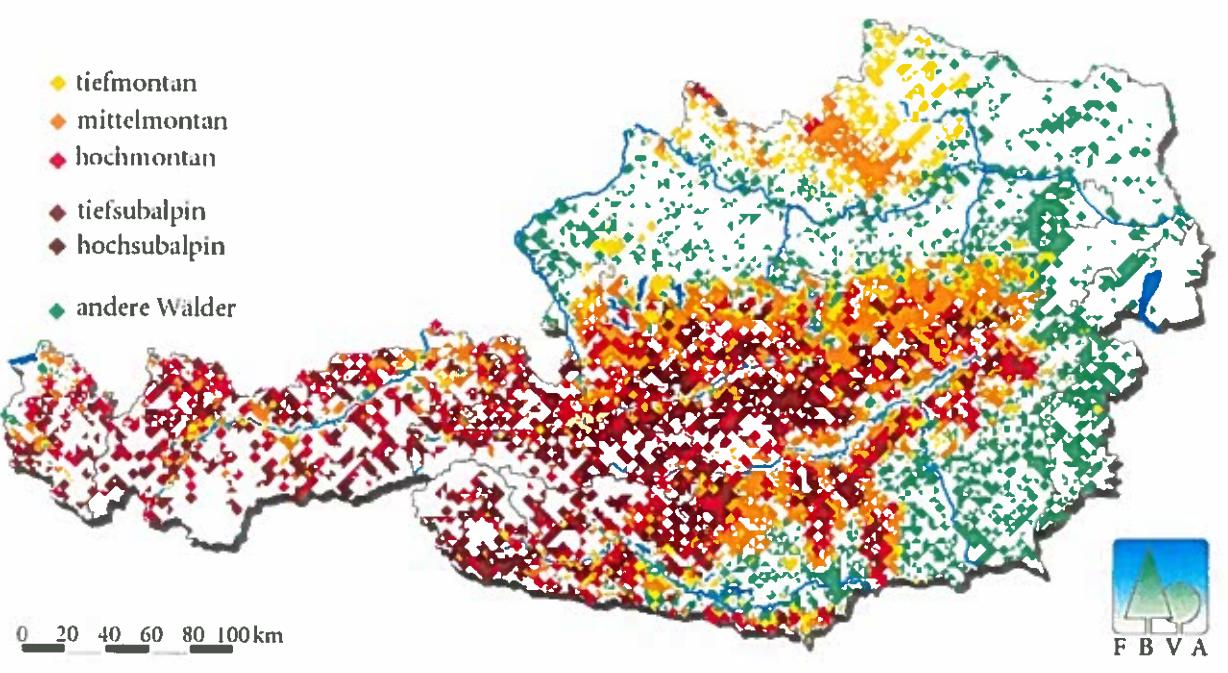
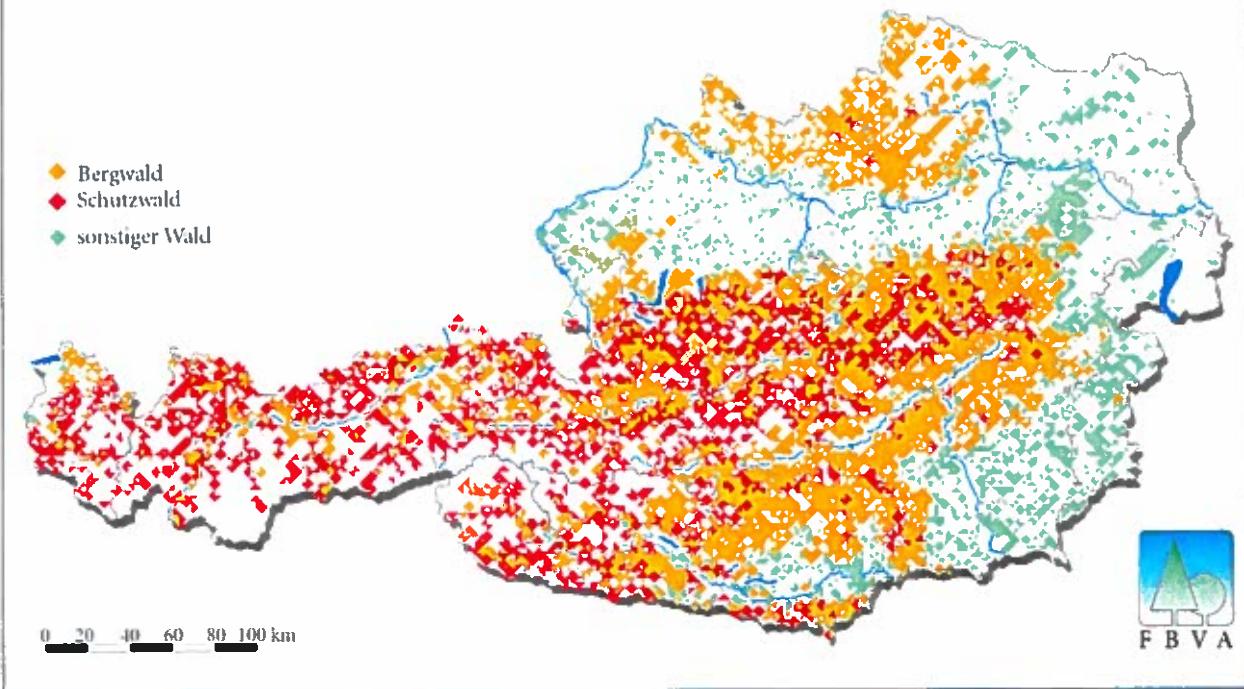


Abb. 2:
Bergwald in Österreich (Schutzwald)



Der Großteil der Bergwaldfläche (85 %) wird bewirtschaftet, wobei für einen Teil der Fläche die Schutzfunktion zu berücksichtigen ist. 15 % werden vom unbewirtschafteten Schutzwald eingenommen (Abbildung 2).

Die Hälfte des österreichischen Bergwaldes ist im Kleinwaldbesitz, 15 % gehören der Österreichischen Bundesforste AG.

Der Großteil der Bergwaldfläche wird von Natur aus von fichtenreichen Beständen besiedelt, wobei sowohl durch Wild- und Weideschäden als auch durch die Waldbewirtschaftung ökologisch bedeutsame Mischbaumarten, v.a. Tanne und Buche, stark reduziert wurden. Die Tanne ist nur mehr auf 15 % jener Fläche bestandesbildend, auf der sie von Natur aus vorkommen sollte.

85 % der Verjüngungsflächen sind durch Wildverbiss beeinträchtigt, auf 40 % ist zumindest eine Baumart stark geschädigt. Vor allem im Schutzwald außer Ertrag kommt die Verjüngung nur selten auf: So ist auf 55 % der Fläche eine Verjüngung notwendig, aber nur auf 15 % tatsächlich vorhanden. Daneben spielen Schädlingschäden, die infolge des Abschälens der Rinde durch Rotwild entstehen, eine große Rolle. So ist im Bergwald jeder 10. Stamm geschält. Verletzungen der Rinde treten aber auch durch Steinschlag und Holzernte auf (4 % bzw. 7 % der Stämme).

Weitere Gefährdungen von Bergwäldern ergeben sich aus Schadstoffeinträgen (Stickstoff, Säuren,

Schwermetalle) bzw. der Belastung mit Ozon (HERMAN et al. 1998).

In den alpinen Hochlagen ist die Waldgrenze durch die Almwirtschaft aktuell niedriger gelegen, als sie von Natur aus wäre. Zum Teil finden sich auf ehemaligen Almen Latschenfelder, die für den Lawinenschutz schlechtere Eigenschaften aufweisen als subalpine Fichtenwälder (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1997).

Die folgenden Beiträge beziehen sich explizit auf den alpinen Bereich als jener der drei geographischen Bereiche, welcher in S4 neben dem Osten mit dem Baltikum und dem Mittelmeerraum als Schwerpunktsbereich für Forschungsaktivitäten genannt wird.

Literatur

FRANK G., PITTERLE A., SINGER F. & SIEGEL H. (1998): *Protective functions of mountain forests in Austria. Austrian contribution to COST Activity E3, forestry in the context of rural development*. Working Group E 3.4, research into the role of forests in protecting mountainous rural areas – Evaluation of silvicultural treatments, In: Glück P. & Weber M. (1998): *Mountain forestry in Europe – Evaluation of silvicultural and policy means*. Publication Series of the Institute of Forest Sector Policy and Economics, vol. 35, Wien.

FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (1997): *Österreichische Waldbilanz 1992-1996*. CD-ROM

FORSTGESETZ 1975: Bundesgesetzblatt 440/1975 in der Fassung von 1987.

HERMAN F., LOTZ C. & SMIDT S. (eds., 1998): *Description and evaluation of stress to mountain forest ecosystems: Results of long-term field experiments*. Environ. Sci. & Pollut. Res. 1 (Special Issue).

SCHIELER K., BUCHSENMEISTER R. & SCHADAUER K. (1995): *Österreichische Forstinventur*. FBVA-Berichte 92.

2 Forschungsergebnisse und Forschungsbedarf

Der Abschnitt 2 enthält Forschungsergebnisse, die zur Erreichung jener Ziele relevant sind, welche in der Resolution S4 formuliert sind. Zur Evaluierung der nachhaltigen Entwicklung in Bergwäldern können die standardisierten Verfahren, welche bundesweit und in Regionalstudien angewandt wurden, und weitere Ergebnisse zugrundegelegt werden. Der Wissensstand über Risikofaktoren und über notwendige Schritte zur Verbesserung des Verständnisses der ökonomischen und ökologischen Zusammenhänge bilden die Basis für weitere nationale und internationale Kooperationen im Bereich der Wissenschaft und Politik.

2.1 Bestimmung geographischer Einheiten durch Identifizieren und Untersuchung aller Umweltfaktoren sowie die Festlegung von Aktionen, die nach Einheit umzusetzen sind

2.1.1 Gliederung nach forstlichen Wuchsgebieten und Höhenstufen

Unter forstlichen Wuchsgebieten werden nach forstökologischen Gesichtspunkten gefasste Großlandschaften verstanden, die weitgehend einheitlichen Klimacharakter und einheitliche geomorphologische Grundeinheiten aufweisen und durch einen entsprechenden Waldgesellschaftskomplex gekennzeichnet sind. Für Österreich gilt die Wuchsgebietsgliederung von KILIAN et al. (1994). Zugeordnet ist eine Gliederung nach klimatischen Höhenstufen, das sind in vertikaler Richtung aufeinanderfolgende Klima- und Vegetationsgürtel, welche die regionale Eigenart der Wuchsgebiete überlagern.

Die Wuchsgebietsgliederung umfasst das gesamte österreichische Staatsgebiet in einer Kartierungsauflösung von 1:50.000; die Grenzen der Wuchsgebiete sind per Verordnung festgelegt.

Die Wuchsgebiets- und Höhenstufengliederung dient

- als Bezugsbasis für die regionale Beschreibung von Waldökosystemen bzw. des natürlichen Produktionspotentials;
- zur Stratifizierung bei der Planung bzw. Auswertung von Monitoringnetzen, da für die Interpretation von landesweiten Erhebungen neben den politischen Straten die naturräumliche Gliederung die wichtigsten Informationen liefert;
- als Grundlage für Landes- und Umweltplanung, Landschaftsökologie und Landespflege;
- als Grundlage für die Abgrenzung von Herkunftsgebieten für das forstliche Vermehrungsgut. Das bundesweite Netz von Saatguterntebeständen ist seinerseits die Grundlage für die Versorgung des Marktes mit forstlichem Saat- und Pflanzgut der EU - Kategorie „ausgewählt“. Entsprechend der seit 1996 geltenden Wuchsgebietsgliederung wird derzeit ein Grundnetz von neu zugelassenen Saatguterntebeständen errichtet, das die neuen Herkunftsgebiete und Höhenstufen repräsentiert. Im Bundesgesetz über forstliches Vermehrungsgut (ANONYMOUS 1996a) und in der dazugehörenden Durchführungsverordnung (ANONYMOUS 1996b) erfolgt die gesetzliche Anerkennung von Erntebeständen nicht mehr wie früher auf der Basis absoluter Höhenangaben, sondern aufgrund der Zuordnung zu einer für eine Waldhöhenstufe charakteristische Waldgesellschaft;
- als Grundlage zur Einrichtung von Samenplantagen. Im Rahmen des Programmes „Beiträge zur Erhaltung der genetischen Vielfalt“ werden Samenplantagen zur künftigen Erzeugung von Saatgut der EU - Kategorie „qualifiziert“ errichtet. Besondere Bedeutung erlangen die Plantagen für Baumpopulationen auf Standorten, auf denen sie nicht ausreichend fruktifizieren oder Bestäubungspartner fehlen, z. B. bei Baumarten am Rande ihres Verbreitungsgebietes oder extreme Hochlagenbestände.

Ansprechpartner: Dr. F. Müller
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldbau
Ferdinand.Mueller@fbva.bmlf.gv.at

Dipl.-Ing. F. Starlinger
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldökologie
Franz.Starlinger@fbva.bmlf.gv.at

2.1.2 Gliederung nach Naturnähekriterien

Um eine wissenschaftlich fundierte Aussage zur Frage der Naturnähe des österreichischen Waldes treffen zu können, wurde 1992 ein Man and Biosphere - Forschungsprojekt „Hemerobie Österreichischer Waldökosysteme“ eingerichtet (GRABHERR et al. 1995, GRABHERR et al. 1998).

Neu an dem Projekt war die Natürlichkeitbewertung großflächiger Waldgebiete. Zur Erfassung der Naturnähe des österreichischen Waldes wurde die Wirkung von Holznutzung, Waldweide, Wildbewirtschaftung, Tourismus und anderer Waldnutzungen auf die Wälder analysiert; Basis hierfür waren die Stichprobentrakte der Österreichischen Waldinventur: Auf 4892 Probeflächen wurden eindeutig messbare und nachvollziehbare Einzelkriterien wie z.B. „Naturnähe der Baumartenkombination“, „Naturnähe der Bodenvegetation“, „Menge und Qualität des Totholzes“ und „Intensität von Nutzungen“ erhoben. Für das Bewertungsverfahren wurden die im Gelände erhobenen Kriterien in einen vergleichbaren ordinalskalierten Relativwert transformiert. In einem zweiten Schritt wurden die Kriterien gewichtet und schließlich über die Methode der logischen Kombination paarweise verknüpft (KOCHE 1999). Das Ergebnis ist ein Hemerobewert zwischen 1 (polyhemerob, künstlich) und 9 (ahemerob, natürlich).

Die Ergebnisse zeigten, dass 22 % der österreichischen Wälder in einem naturnahen und 41 % in einem mäßig veränderten Zustand sind. Sie zeigten aber auch, dass in manchen Gebieten naturnahe Wälder praktisch fehlen. Dabei handelt es sich nicht nur um außeralpine Gebiete des Flach- und Hügellandes, sondern auch um Bergwälder im Sinne obiger Definition. Die entwickelten Methoden wären durchaus auch für andere Länder anwendbar. Das erprobte Bewertungsverfahren der Naturnähe könnte auch in modifizierter Form in das Stichprobenträgerverfahren der Österreichischen Waldinventur eingebaut werden.

Die Gliederung nach Naturnähekriterien ist die Grundlage für

- waldbauliche Planungen der Baumartenwahl;
- Fragestellungen der forstlichen Raumplanung;
- Auswahl von Waldflächen als Naturwaldreservat;
- Ausweisung von Schutzgebieten;
- Modellierung von Risiken durch Schadstoffeinträge.

Ansprechpartner: Dr. G. Koch
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldbau
Gerfried.Koch@fbva.bmlf.gv.at

2.1.3 Gliederung nach Leitfunktionen des Waldes

Das Forstgesetz 1975 definiert vier Funktionen des Waldes: Nutz-, Schutz-, Wohlfahrts- und Erholungsfunktion.

Die Gliederung nach Leitfunktionen des Waldes ist die Grundlage für

- ökonomische, landeskulturelle und forstpolitische Entscheidungen auf Landes- und Bundesebene: Planung von forstpolitischen Maßnahmen, z.B. Förderungsmassnahmen zur Verbesserung der Schutzwirkung des Waldes,
- den Forstrechtsvollzug (z.B. Gutachtenerstellung im Rodungsverfahren).

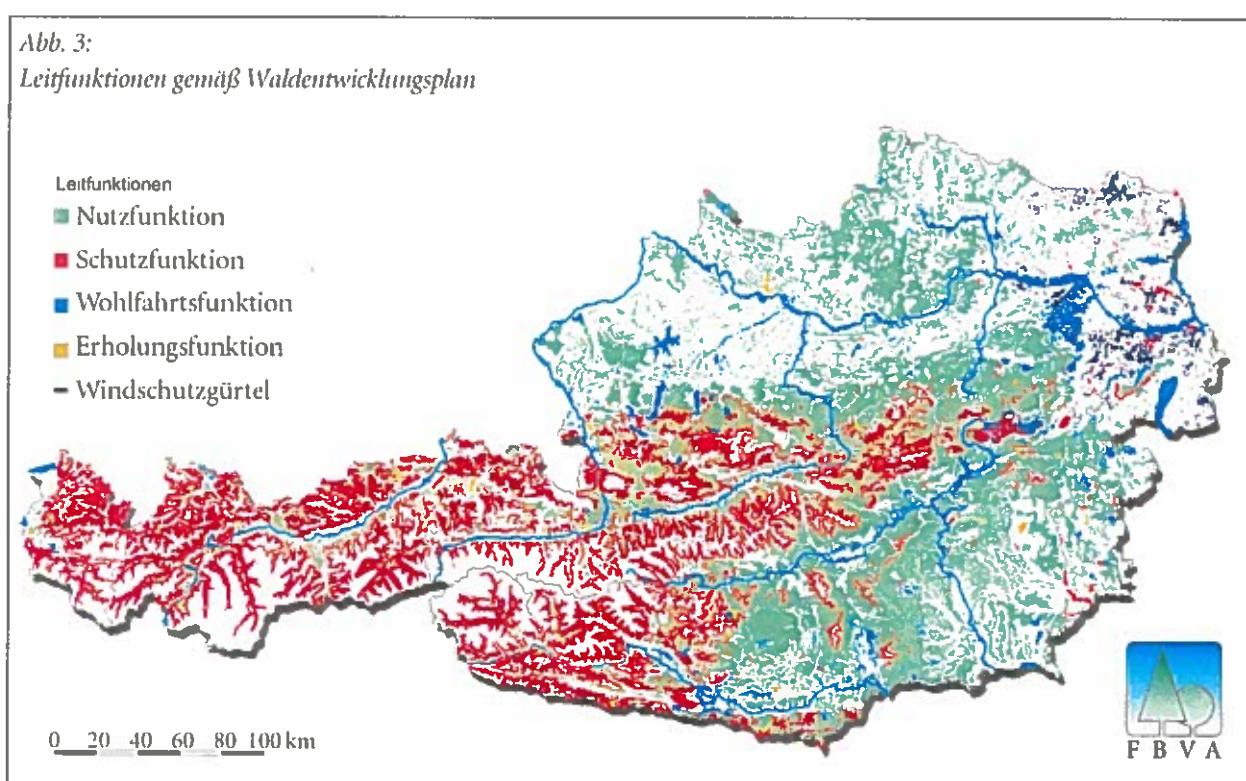
Bezugnehmend auf diese Funktionen sind im Abschnitt 2 des Forstgesetzes folgende forstliche Raumpläne vorgesehen: Der Waldentwicklungsplan (WEP, 1:50.000, bundesweit; BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT 1999; FÜRST 1999), der Gefahrenzonenplan (für Lawinen- und Wildbach-Risikoflächen) und der Waldfachplan (1:10.000) als lokale Planungsebene des Waldeigentümers (PLATZER 1998).

Der Waldentwicklungsplan ist der einzige österreichweite Raumplan. Zur seiner Erstellung werden bundesweit die Werte der Waldfunktionen nach aus dem Forstgesetz abgeleiteten Kriterien gutachtlich festgestellt (Abbildung 3).

Flächen gleichen Funktionswerteprofiles werden gebildet und in der topographischen Karte Österreichs im Maßstab 1:50.000 kartiert. Zur Durchführung dieser Aufgaben wurde per Gesetz ein föderal aufgebautes Planungssystem eingerichtet. Die Erhebung nach bundesweit einheitlichen Vorgaben erfolgt durch die Länder, ebenso die Darstellung der Ergebnisse im sogenannten Teilplan.

Die erste digitale Auswertung 1991 war das auslösende Moment für eine nochmalige Überprüfung der Schutzflächen mit höchster und hoher Wertigkeit. Diese wurde von allen Bezirksforstbehörden und den Gebietsbauleitungen des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung durchgeführt und von den Landesforstbehörden bzw. den Sektionen der Wildbach- und Lawinenverbauung an das Bundesministerium für Land- und Forstwirt-

Abb. 3:
Leitfunktionen gemäß Waldentwicklungsplan



schaft weitergeleitet. Hierbei wurden 161.000 ha als dringend sanierungsbedürftig gemeldet, was einem geschätzten Kostenaufwand von 14 Milliarden Schilling entspricht. Die Zusammenführung der Landesdaten zu Bundesergebnissen erfolgt an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. F. Singer
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Fritz.Singer@bmlf.gv.at

Dipl.-Ing. W. Fürst
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldwachstum und
Betriebswirtschaft
Walter.Fuerst@fbva.bmlf.gv.at

In den Gefahrenzonenplänen werden die durch Steinschlag, Wildbäche, Muren, Hangrutschungen und Lawinen gefährdeten Bereiche abgegrenzt und in Gefahrenzonen eingeteilt. Nach Genehmigung durch den Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft ist er lediglich im Falle einer Änderung der Verhältnisse anzupassen.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. R. Bauer
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Roland.Bauer@bmlf.gv.at

Am Institut für Hochgebirgsforschung und für alpenländische Land- und Forstwirtschaft an der Universität Innsbruck wird im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft an der Evaluierung der Waldentwicklungspläne der Staaten der Alpenkonvention gearbeitet. Im Artikel 5 des Bergwaldprotokolls ist u.a. eine Waldfunktionenplanung vorgesehen. Aus den Zielen dieses Protokolls wird eine Soll-Vorgabe für diese Planung erarbeitet und diese mit den in einzelnen Staaten bereits vorhandenen Planungen in Bezug gesetzt.

Ansprechpartner: Univ. Prof. Dr. H. Scheiring
Institut für Hochgebirgsforschung und für alpenländische Land- und Forstwirtschaft
an der Universität Innsbruck
herbert.scheiring@uibk.ac.at

Forschungsbedarf

- **Schwerpunktmäßige Verfeinerung der existierenden Wuchsgebietsgliederung:** In sensiblen Regionen ist eine Standortstypengliederung im Maßstabsbereich zwischen 1:10.000 und 1:50.000 als Bezugsbasis für die lokale Beschreibung von Waldökosystemen bzw. des natürlichen Produktionspotentials Voraussetzung zur umweltgerechten Planung und zur Ableitung entsprechender Bewirtschaftungs- und Schutzmaßnahmen.
- **Neue Bewertungsmodelle für Waldfunktionen im öffentlichen Interesse.**
- **Karte bzw. Handbuch der potentiellen natürlichen Waldgesellschaften (PNWG) Österreichs.** Der Bedarf an einer derartigen Karte wurde von verschiedenen Fachbereichen mehrfach geäußert. Derzeit gibt es nur projektbezogene kleinräumige Kartierungen. Erforderlich wäre eine Zusammenschau aller bestehenden Kartengrundlagen und die Transformation auf eine aktuell gültige Waldgesellschaftsnomenklatur, sowie die Entwicklung von Verfahren zu Generierung von PNWG-Karten aus bestehenden Punktinformationen (z.B. Hemerobiestudie, Österreichische Waldinventur, Naturwaldreservate, Österreichische Waldboden-Zustandsinventur) unter Einbeziehung der GIS-Technologie.
- **Erfassung aller österreichischen Wildbacheinzugsgebiete nach einer einheitlichen Systematik (in Erarbeitung).**

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. I. Schnetzer
 Forsttechnischer Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung
 erweiterte Planungsstelle
 Sektion Wien
 wlveps@eunet.at

Literatur

ANONYMUS (1996a): *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 1996: 419. Bundesgesetz über Forstliches Vermehrungsgut (Forstliches Vermehrungsgutgesetz), Bundesgesetz, mit dem das Forstgesetz 1975 geändert wird, und Bundesgesetz, mit dem das Düngemittelgesetz 1994 geändert wird.*

ANONYMUS (1996b): *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 1996: 512. Verordnung: Forstliches Vermehrungsgut.*

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1999): *Waldentwicklungsplan, Richtlinien und Instruktionen über Inhalt und Ausgestaltung des Waldentwicklungsplanes, Fassung 1998/99 (basiert auf der Fassung 1988).*

FORST W. (1999): *Darstellung des Waldentwicklungsplanes mit neuen Mitteln.* Österreichische Forstzeitung 5/99, 36-37

GRABHERR, G., KOCH, G., KIRCHMEIR, H. & REITER, K. (1995): *Hemerobie österreichischer Waldökosysteme - Vorstellung eines Forschungsvorhabens im Rahmen des österreichischen Beitrages zum MAB-Programm der UNESCO.* Zeitschrift f. Ökologie u. Naturschutz, 4, 131-136.

GRABHERR, G., KOCH, G., KIRCHMEIR, H. & REITER, K. (1998): *Hemerobie österreichischer Waldökosysteme.* Österreichische Akademie der Wissenschaften. Veröffentlichungen des Österreichischen MAB-Programms; Bd. 17.

KILIAN W., MÜLLER F. & STARLINGER F. (1994): *Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs.* FBVA-Berichte 82.

KOCH, G. (1999): *Hemerobie von Waldökosystemen - Verfahren und Durchführung einer ökologischen Großraumbewertung des menschlichen Einflusses auf Wälder.* – Dissertation, Univ. Wien.

PLATZER M. (1998): *Erstellung eines Lawinengefahrenzonenplans für die Ortschaft Pfelders (Südtirol).* Diplomarbeit, Univ. für Bodenkultur Wien.

2.2. Herstellung von ökologischen Kartenaufzeichnungen auf Tal- bzw. Wasserscheidenebene, einschließlich Daten über Umwelt und Risiken

2.2.1 Bundesweite Kartenaufzeichnungen

2.2.1.1 Österreichische Bodenschutzkonzepte

Die österreichischen Bodenschutzkonzeptionen 1989 und 1997 (BLUM & WENZL 1989, BUNDESAMT UND FORSCHUNGZENTRUM FÜR LANDWIRTSCHAFT 1997) geben einen Überblick über Belastungen z.B. durch Bewirtschaftung, Industrie, Gewerbe, Siedlungstätigkeit, Verkehr und die daraus entstehenden Gefahren wie Bodenverlust, physikalische und chemische Belastungen. Belastungsschranken - etwa Richt- und Grenzwerte für Böden durch chemische Einflussfaktoren wie Schwermetalle, Versauerung und organische Schadstoffe sowie physikalische Einflussfaktoren (z.B. die Abschätzung des Erosionspotentials) - werden definiert. Konzepte zur Gegensteuerung werden vorgestellt. Die Größe der gefährdeten Flächen wird abgeschätzt und durch Karten darstellungen regional abgegrenzt.

In den periodisch erscheinenden Raumordnungsberichten werden Potentiale und Gefährdungen des Landschaftsraumes für politische Bezirke ausgewiesen.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. A. Köchl
 Bundesamt und Forschungszentrum
 für Landwirtschaft
 a.koechl@bfl.at
 Dr. F. Mutsch
 Forstliche Bundesversuchsanstalt
 Institut für Forstökologie
 Franz.Mutsch@fbva.bmlf.gv.at

2.2.1.2 Waldboden-Zustand

Die bundesweiten wie auch die landesweiten; Waldbodenzustandserhebungen (z.B. AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 1998) geben einen Überblick über die Belastungssituation der österreichischen Waldböden im Hinblick auf vorwiegend anorganische Schadstoffe. Sie dienen weiters als Datenhintergrund für die oben genannten Bodenschutzkonzepte. Als erste bundesweit in einem statistischen Raster durchgeführte Untersuchung der Waldböden Österreichs (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1992) bietet die Österreichische Waldboden-Zustandsinventur auch umfangreiches Datenmaterial zur naturräumlichen Gliederung.

Bei der Österreichischen Waldboden-Zustandsinventur wurden etwa 15 % der Böden in den Zwischenalpen als stark versauerungsgefährdet eingestuft. Besonders am Alpennordrand (Nördliche Kalkalpen) wurden auf bis zu 30 % der Böden Belastungen durch Schwermetalle festgestellt (mit Blei

und Cadmium, lokal mit Zink, in den Zentralalpen vereinzelt mit Kupfer). Die Schwermetallbelastung steigt mit der Seehöhe (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1992, MUTSCH 1992).

Ein weiteres Ergebnis der Daten der Österreichischen Waldboden-Zustandsinventur war die Erstellung einer Karte, welche die durch Protoneneintrag gefährdeten Gebiete auswies (MUTSCH & SMIDT 1994; Abbildung 4); gefährdet sind in erster Linie Gebiete mit nicht karbonatbeeinflussten Böden, während z.B. die Kalkalpen als weitgehend unempfindlich gegenüber Protoneneinträgen einzustufen sind.

Ansprechpartner: Dr. F. Mutsch
 Forstliche Bundesversuchsanstalt
 Institut für Forstökologie
 Franz.Mutsch@fbva.bmlf.gv.at

2.2.1.3. Schutzwald

Seit Beginn der Österreichischen Forstinventur 1961 wird der Schutzwald in die Kategorien Schutzwald im Ertrag und Schutzwald außer Ertrag getrennt. Ausschlaggebend dafür waren ökonomische Überlegungen: Im Schutzwald im Ertrag sind unter Berücksichtigung der Schutzfunktion noch wirtschaftliche Maßnahmen durchführbar. Hingegen kann der Schutzwald außer Ertrag nicht mehr oder nur mehr unbedeutend wirtschaftlich genutzt werden; es handelt sich dabei um Wälder in schwer oder unbe-

Abb. 4:

Unterschreitung von Richtwerten für pH-Wert, Basensättigung, Kationenaustauschkapazität und die Gehalte an Mn, Cu und Zn, integriert über sämtliche Tiefenstufen des Mineralbodens (0-10, 10-20, 20-30, 30-50cm)

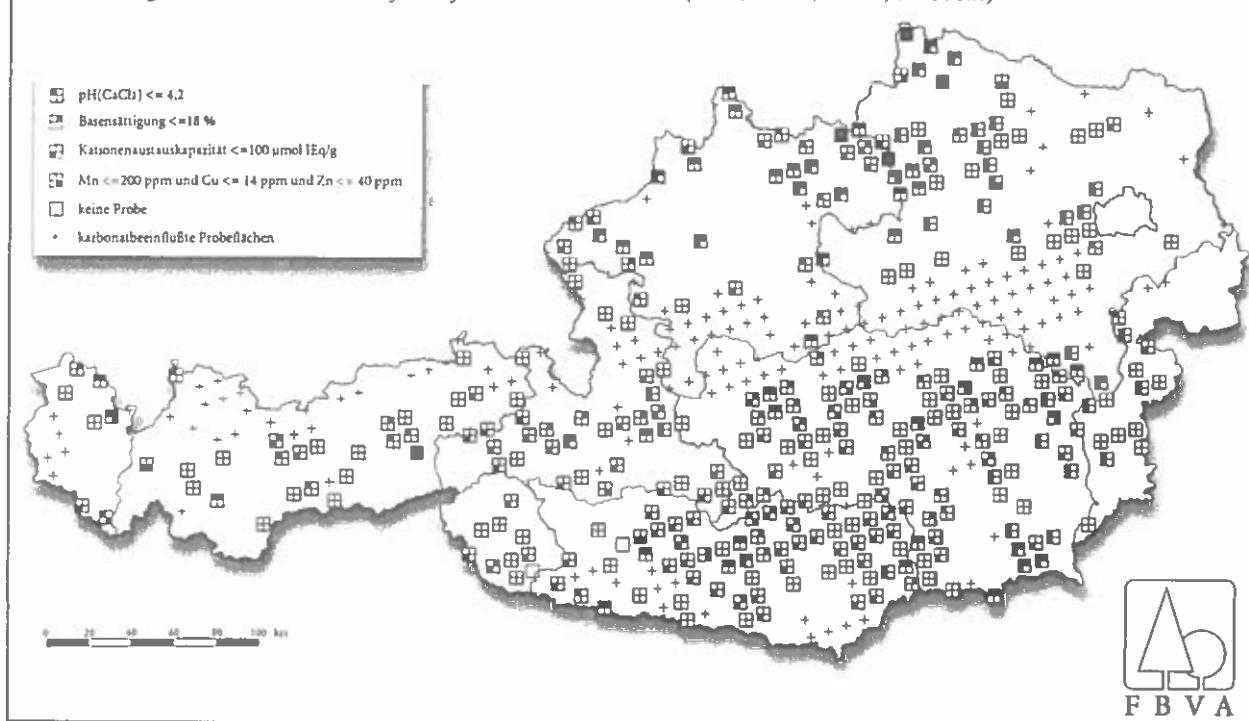
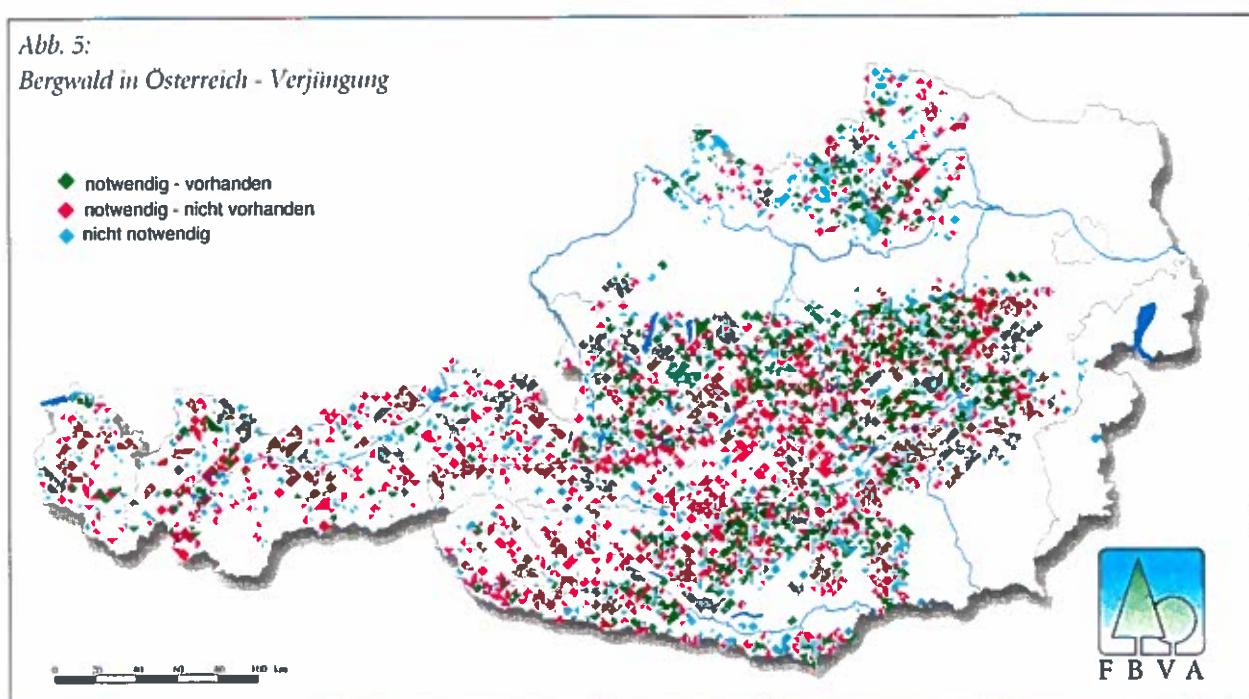


Abb. 5:
Bergwald in Österreich - Verjüngung



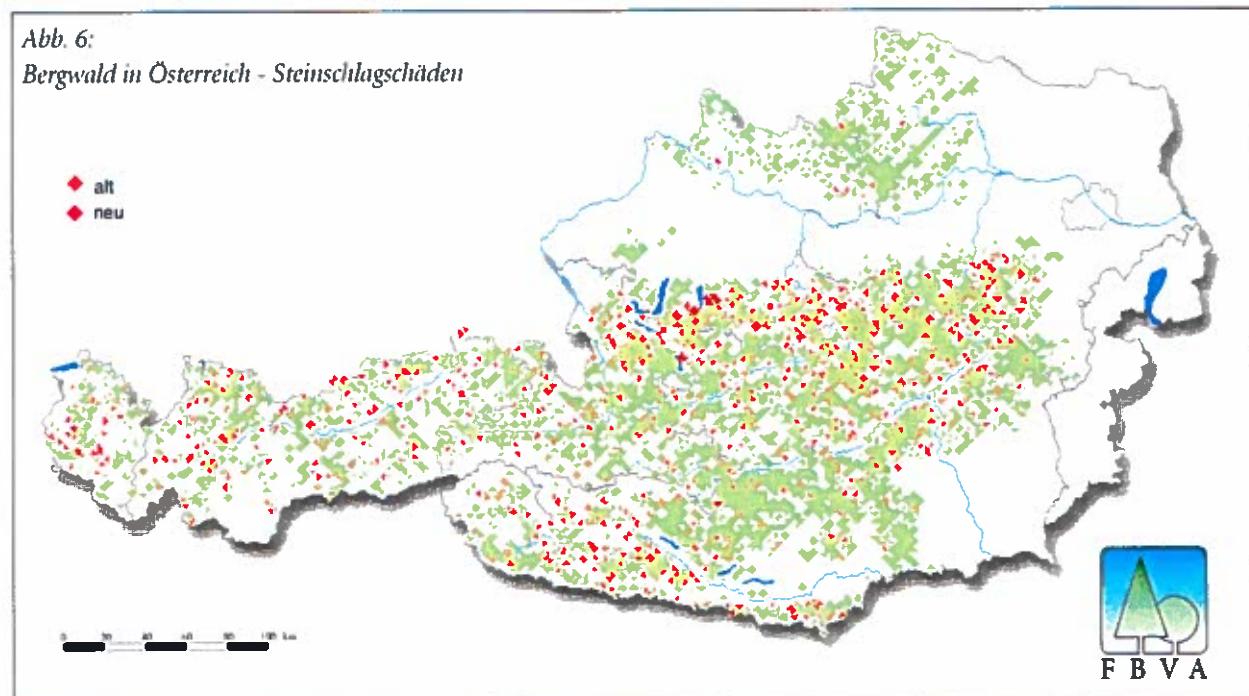
gehbarigen Lagen und Bestände auf dürftigen Standorten mit sehr geringen Wuchsleistungen.

Bisher waren Aussagen nur über den bewirtschafteten Schutzwald möglich. Die Inventurperiode 1992/96 liefert erstmals Kenndaten über den gesamten Schutzwald, die auch ökologische Rückschlüsse zulassen. Fast ein Viertel (175.000 ha) des gesamten Schutzwaldes (755.000 ha) ist wegen seiner Steilheit unbegehbar. Das bedeutet aber auch, dass direkte menschliche Eingriffe derzeit nahezu ausgeschlossen sind und diese Wälder einen sehr naturnahen Charakter aufweisen.

Erstmals in der letzten Inventurperiode wurde als ein wichtiges ökologisches Kriterium die Ansprache der potentiellen natürlichen Waldgesellschaften vorgenommen. Aus der Abweichung der aktuellen Situation von der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft sind damit erstmals waldgesellschaftsspezifische Rückschlüsse zum Beispiel über Verjüngungsdefizite und Stabilität der Bestände möglich.

Ansprechpartner: Dr. K. Schadauer
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldinventur
Klemens.Schadauer@fbva.bmlf.gv.at

Abb. 6:
Bergwald in Österreich - Steinschlagschäden



2.2.1.4 Verjüngungsstatus

Abbildung 5 zeigt den Verjüngungsstatus im österreichischen Bergwald. Rote Flächen sind überall dort zu finden, wo Verjüngungsbedarf besteht und keine Verjüngung vorhanden ist, jedoch unter der Voraussetzung, dass mit Naturverjüngung gearbeitet wird. Dieses Verjüngungsverfahren wird jedoch nur auf etwa 50 % der Fläche angewandt. Wirklich kritisch ist die Verjüngungssituation im Schutzwald zu beurteilen, wo oft infolge von Verbiss die Verjüngung unzureichend ist oder gänzlich fehlt (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT 1997, FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1997).

Ansprechpartner: Dr. K. Schadauer
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldinventur
Klemens.Schadauer@fbva.bmlf.gv.at

2.2.1.5 Steinschlagschäden

Steinschlagschäden werden durch das Herabstürzen von Steinen, die durch den Aufprall an Bäumen Stammwunden hervorrufen, verursacht. Als Ursachen für das Herabstürzen kommen neben natürlichen Ereignissen die Holzernte sowie der öffentliche und der Forststraßenbau in Frage. Insgesamt erreichen Steinschlagschäden mit 100 Mio. Stämmen etwa das halbe Ausmaß der Schälschäden. Die räumliche Verteilung der Steinschlagschäden zeigt die Zentren der Schäden in den Nördlichen und Südlichen Kalkalpen (Abbildung 6). Dies ist auch durch

die hohe Reliefenergie dieses Teiles der Alpen bedingt (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1997).

Ansprechpartner: Dr. K. Schadauer
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldinventur
Klemens.Schadauer@fbva.bmlf.gv.at

2.2.1.6 Wald-Wild-Problematik

Schälschäden: Die meisten Schälschäden finden nach den bundesweiten Erhebungen der Österreichischen Waldinventur im Osten Österreichs. Die Tendenz der Schälschäden ist leicht rückläufig, trotzdem werden noch immer jährlich 4,8 Mio Stämme geschält (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft 1997, FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1997; Abbildung 7).

Ansprechpartner: Dr. K. Schadauer
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldinventur
Klemens.Schadauer@fbva.bmlf.gv.at

Schwerpunkt der wildbiologischen Forschung an der Universität für Bodenkultur war in den letzten Jahren die Erfassung und Beurteilung von Wildschäden (Abbildung 8) und die Erarbeitung von Maßnahmen zu deren Vorbeugung. Dabei kommt vor allem der Beeinflussung von Waldstruktur und Baumartenmischung durch forstliche Maßnahmen zentrale Bedeutung im Rahmen gezielter Habitatgestaltung zu (VÖLK 1998 und 1999, SCHODTERER 2000).

Abb. 7: Bergwald in Österreich - Schälschäden

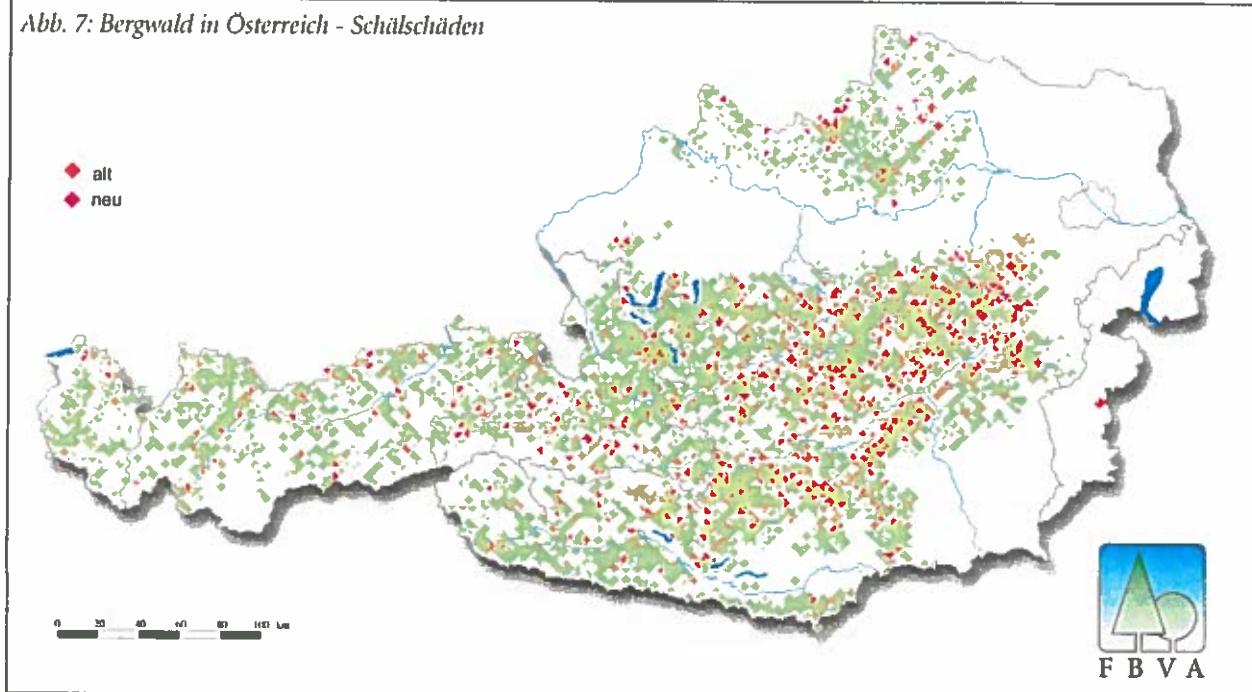
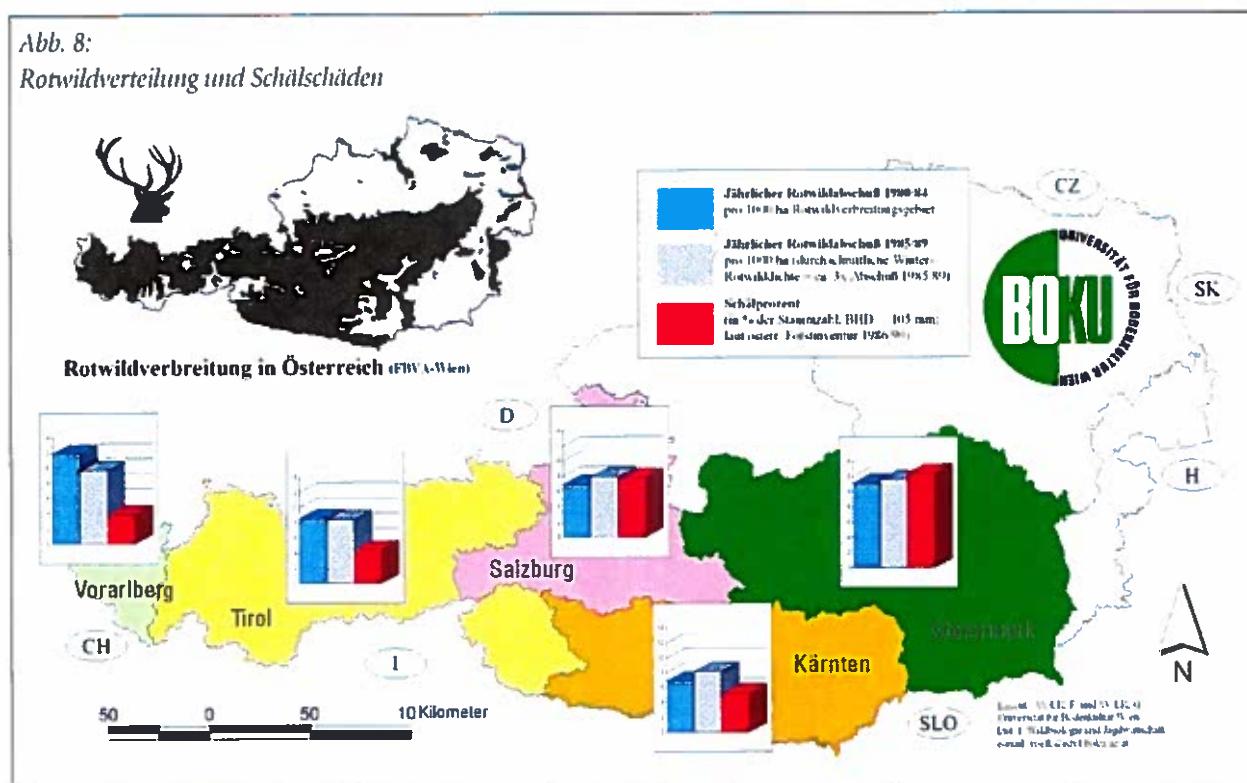


Abb. 8:
Rotwildverteilung und Schälschäden



Ansprechpartner: Dr. Friedrich Völk
Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft
voelk@edv1.boku.ac.at

Wildmigration:
Die Lebensraumfragmentierung durch lineare
Verkehrsinfrastruktur wird anhand waldgebundener

Großwildarten (Ungulaten, Carnivoren) analysiert. Zweck der Arbeiten ist es, die unterbrochenen Fernwechsel zwischen den Alpen und anderen Bergregionen Mitteleuropas (z.B. Karpaten, Bayerischer Wald) wiederherzustellen (GLITZNER & VOLK 1999, VOLK & GLITZNER 1999, ZEDROSSER & VOLK 1999; Abbildung 9a-c).

Abb. 9a: Wildwechselmöglichkeiten quer zu Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich

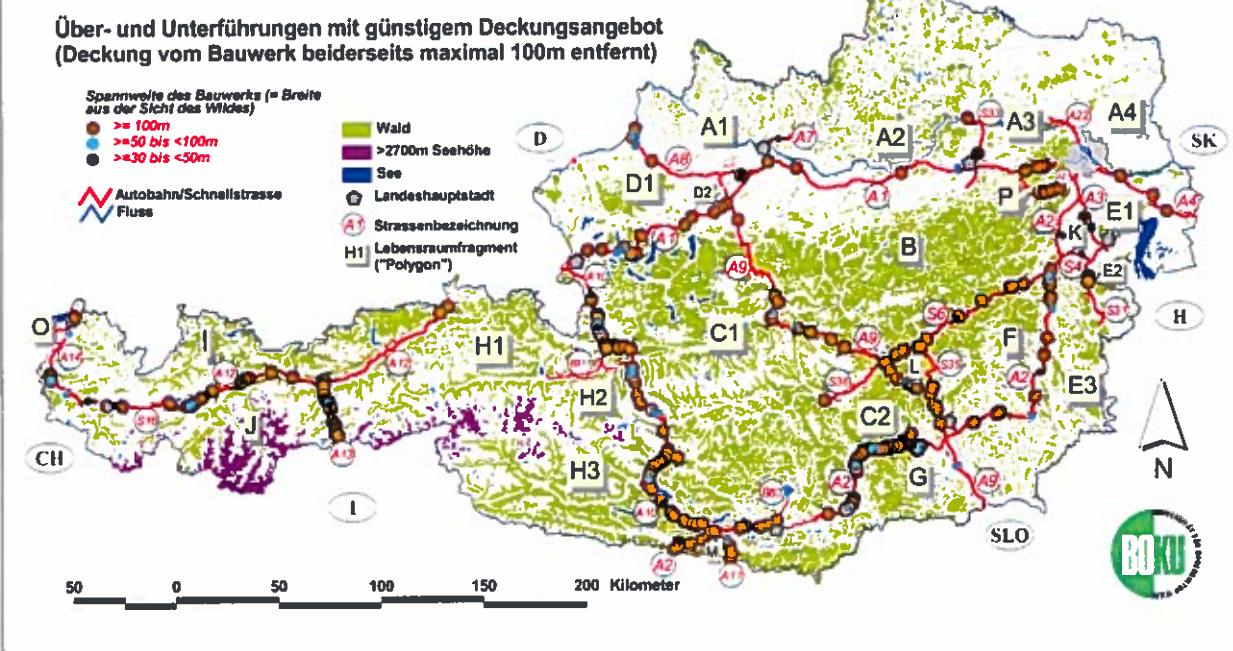
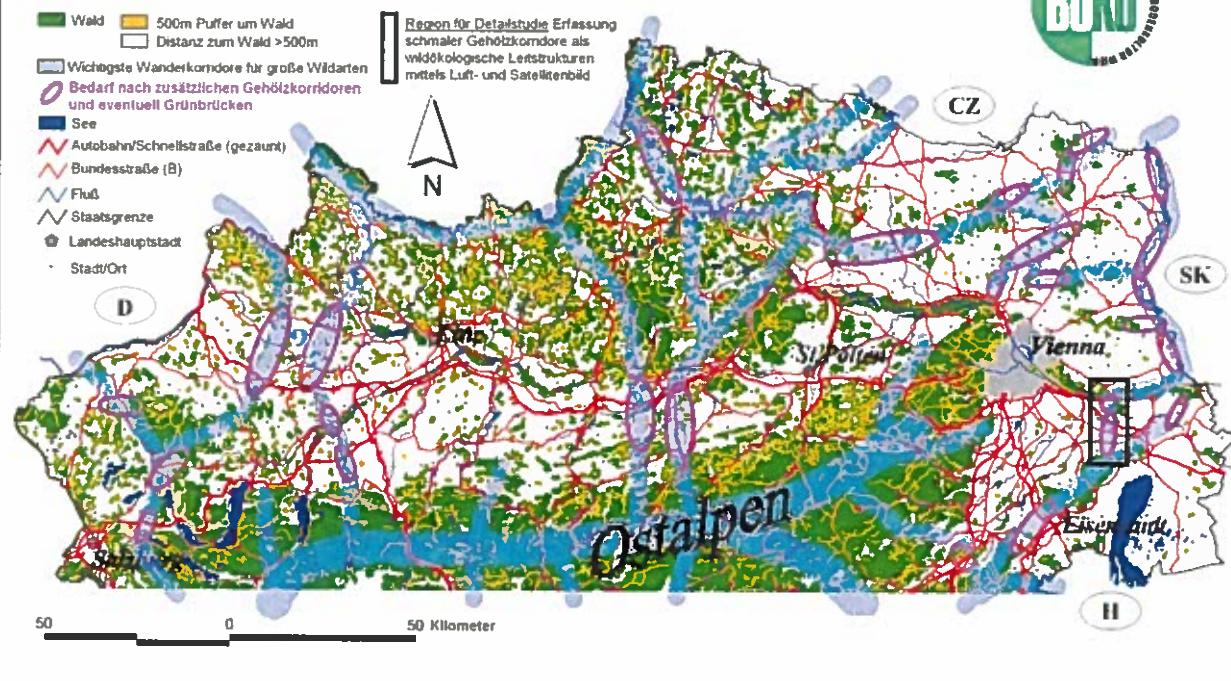


Abb. 9b:

Lebensraumvernetzung für waldgebundene Großwildarten

Bedarf nach Wiedervernetzung in Nord- und Ostösterreich (Entwurf)



Ansprechpartner: Dr. Friedrich Völk
 Universität für Bodenkultur Wien
 Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft
 voelk@edv1.boku.ac.at

Abb. 9c:

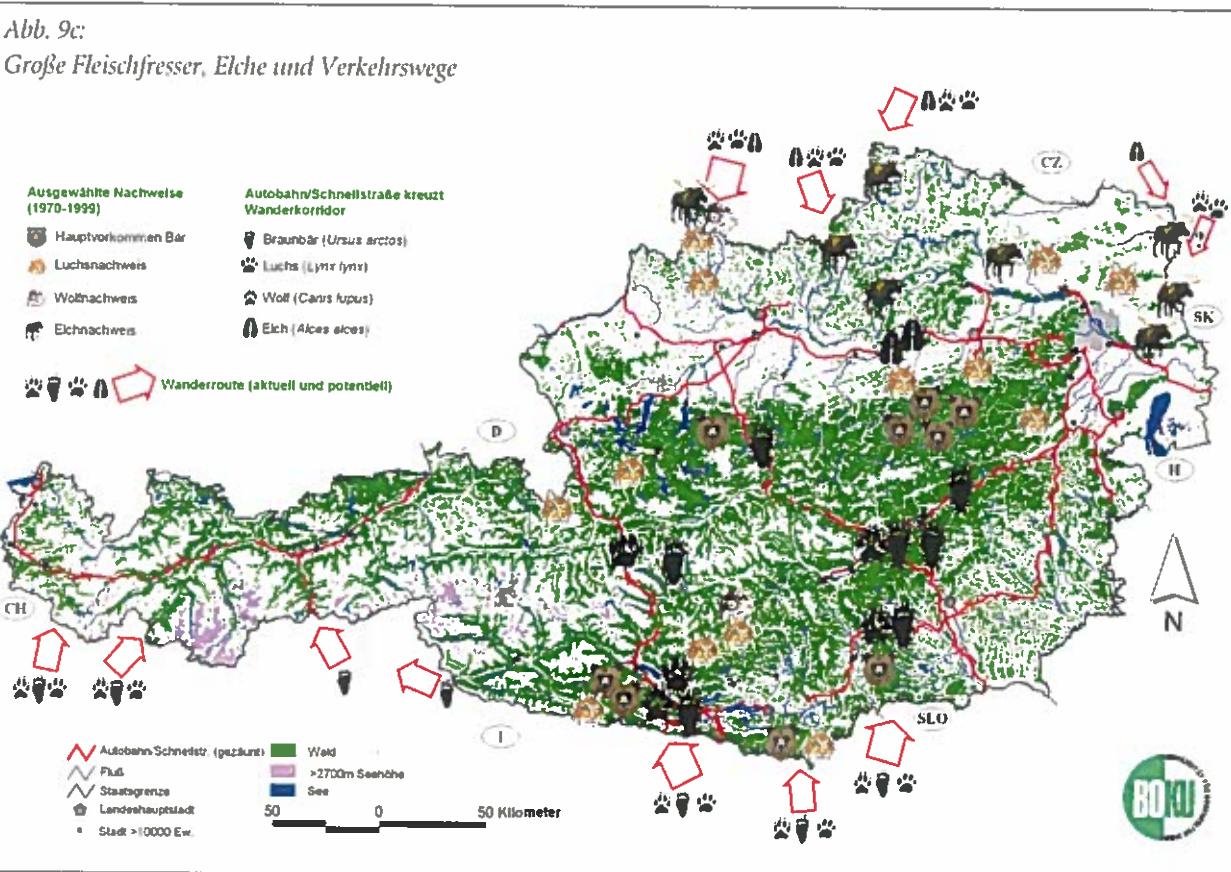
Große Fleischfresser, Elche und Verkehrswege

Ausgewählte Nachweise (1970-1999)

Autobahn/Schnellstraße kreuzt Wanderkorridor

- Hauptvorkommen Bär
- Luchsnachweis
- Wolbnachweis
- Eichnachweis
- Braunbär (*Ursus arctos*)
- Luchs (*Lynx lynx*)
- Wolf (*Canis lupus*)
- Eich (*Alces alces*)

Wanderroute (aktuell und potentiell)



Beiträge zur Lösung der Wald-Wild-Problematik: Am Institut für Hochgebirgsforschung und für alpenländische Land- und Forstwirtschaft an der Universität Innsbruck wurde 1996 das Projekt „Beiträge zur Lösung der Wald-Wildproblematik“ im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft abgeschlossen. In diesem Projekt wurden die Zusammenhänge zwischen verschiedenen jagdlichen Parametern (Reviergröße, Abschusszahlen usw.) und den erzielbaren Pachterlösen untersucht und Vorschläge für ökonomisch orientierte Lösungsbeiträge erstattet. Es zeigte sich, dass die jährlich möglichen Wildabschüsse nicht die wichtigste Bestimmungsgröße für den erzielbaren Pachtschilling sind. Viel wichtiger ist dafür die Reviergröße: je kleiner das Revier, umso höher ist der pro Hektar erzielbare Pachtschilling. Als ökonomische Motivation des Jagdpächters zur Lösung bestehender Wald/Wildprobleme wurde ein Modell entwickelt, mit dem die Höhe des Pachtschillings an den Verjüngungserfolg gekoppelt ist (Bonus/Malus-System).

Ansprechpartner: Univ. Prof. Dr. H. Scheiring
Institut für Hochgebirgsforschung und
alpenländische Land- und Forstwirtschaft
an der Universität Innsbruck
herbert.scheiring@uibk.ac.at

2.2.1.7 Waldweidefläche

Die Beweidung führt in Wäldern zu Verbiss- und Trittschäden sowie zu Stamm- bzw. Wurzelverletzungen. Gemäß Österreichischer Waldinventur sind über 223.000 ha Wald (fast 6 % der Gesamtwaldfläche und über 27 % der Schutzwaldfläche) von Weideschäden betroffen (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1997, SCHADAUER et al. 1997). Die Waldweide wird heute vielfach als eine der Ursachen einer Destabilisierung der Böden angesehen (SCHEIRING 1988, SICKL 1992, ZAUPER 1993, SOBOTIK & POPPELBAUM 1995).

Ansprechpartner: Dr. K. Schadauer
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldinventur
Klemens.Schadauer@fbva.bmlf.gv.at

2.2.1.8 Naturwaldreservate

Das österreichische Naturwaldreservateprogramm wurde 1996 gestartet. Zwar hat die Einrichtung von Naturwaldreservaten in Österreich eine lange Tradition, neu an dem Programm ist jedoch der systematische Ansatz. Ziel ist ein repräsentatives Netz über alle Waldgesellschaften und Wuchsgebiete (Abbildung 10 a-c).

Abb. 10a:
Naturwaldreservate je Bundesland
Dezember 1999

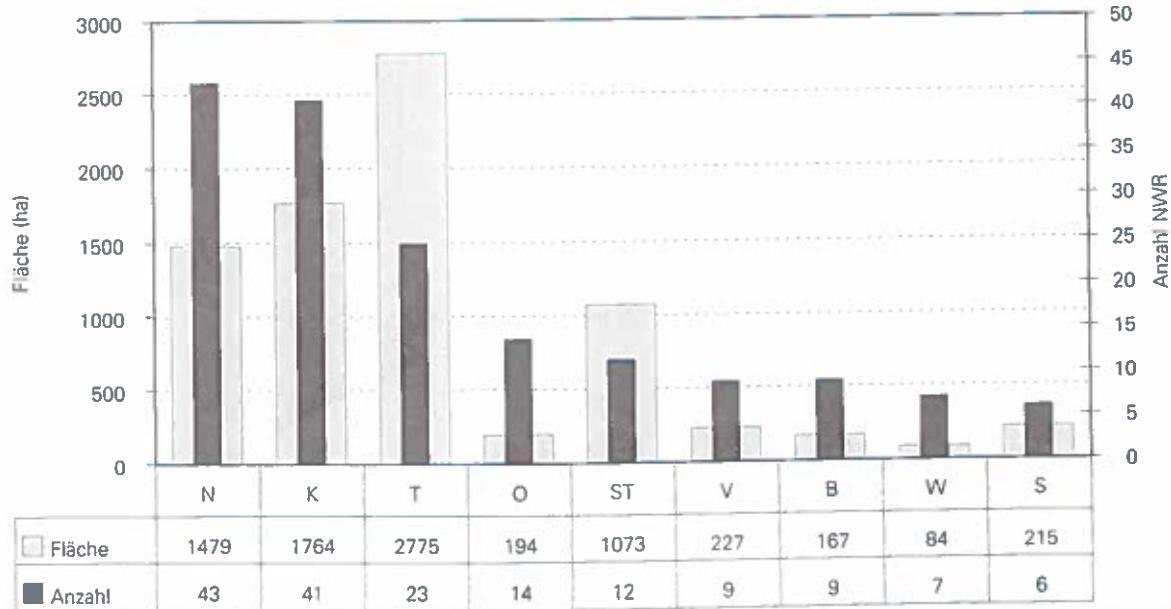
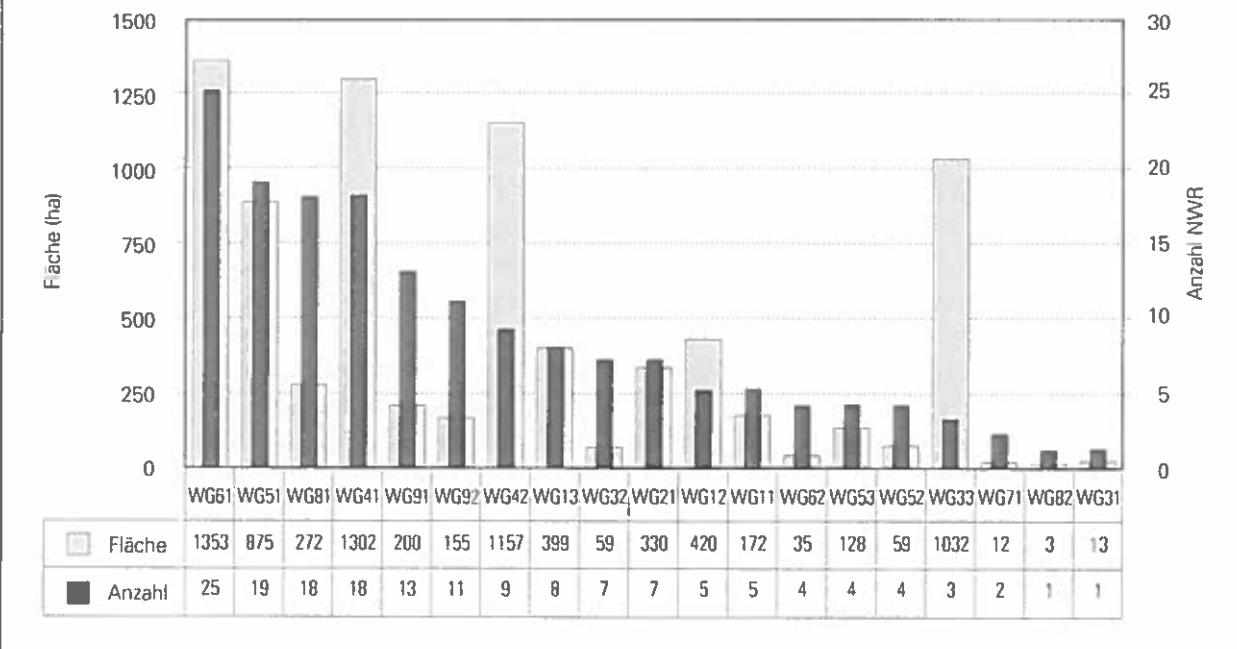


Abb. 10b:
Naturwaldreservate je Wuchsgebiet
Dezember 1999

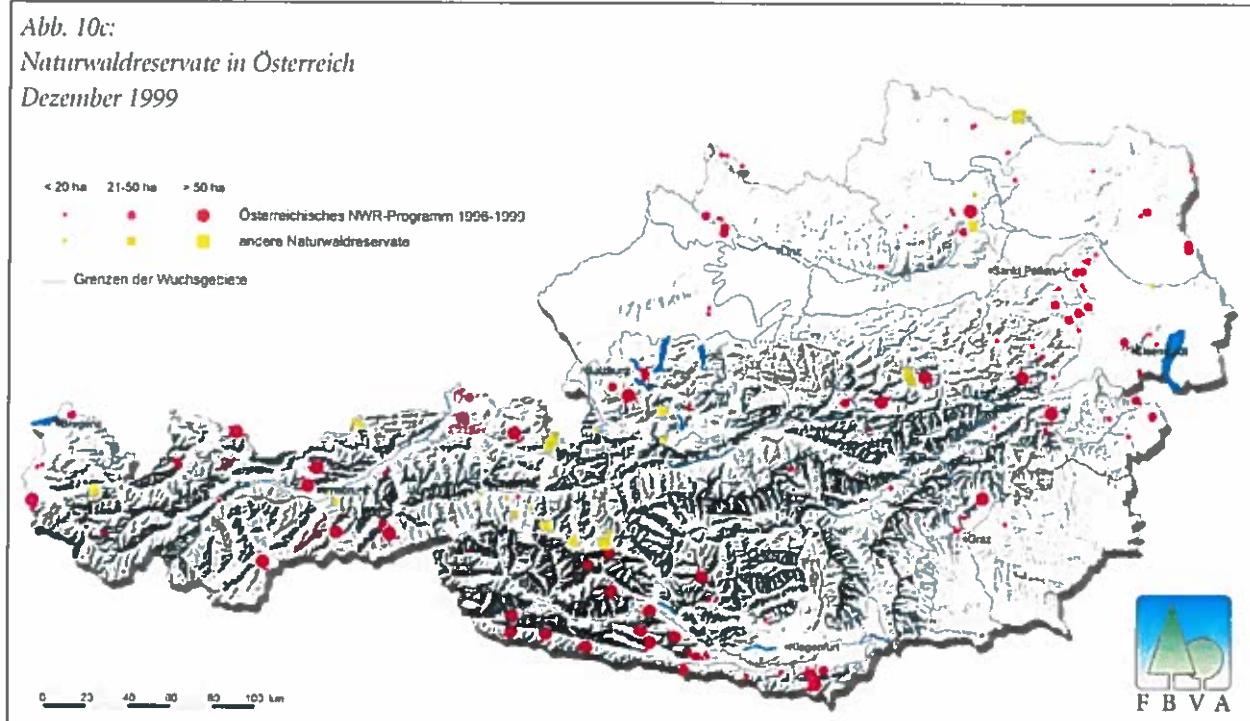


Jede der in Österreich vorkommenden Waldgesellschaften soll durch mindestens ein Reservat in jedem Wuchsgebiet, in dem diese vorkommt, vertreten sein. Daraus resultiert, dass nicht nur die forstlich unproduktiven Waldgesellschaften auf schwer bringbaren Extremstandorten als Reservate aus der Nutzung genommen werden, sondern sehr wohl auch hoch

produktive Waldgesellschaften auf Wirtschaftswaldstandorten.

Das Programm entspricht einem Vertragsnatur- schutzmodell. Grundsätzlich werden Reservate nur auf ausdrücklichen Wunsch des Waldeigentümers ausgewiesen. Dieser bekommt für den Verzicht auf die forstliche Nutzung eine ertragsabhängige Ent-

Abb. 10c:
Naturwaldreservate in Österreich
Dezember 1999



schädigung und einen fixen Betrag für den Verwaltungs- und Betreuungsaufwand. Unter bestimmten Voraussetzungen gibt es auch Ausstiegsmöglichkeiten aus dem zivilrechtlichen Vertrag (FRANK & KOCH 1999).

Die Forstliche Bundesversuchsanstalt ist mit der Flächenprüfung, Auswahl geeigneter Flächen, Erstellung der Eignungs- und Entschädigungsgutachten, der fachlichen Betreuung der Reservate und Eigentümer und der Koordination der wissenschaftlichen Nutzung betraut.

Bisher wurden mit 160 Eigentümern Verträge abgeschlossen und insgesamt ca. 8000 ha Naturwaldreservate eingerichtet (Abbildung 10c). Erwartungsgemäß konnten die zonalen Waldgesellschaften der montanen und subalpinen Waldhöhenstufe, also die Bergwälder im engeren Sinne, bisher sehr gut durch Naturwaldreservate repräsentiert werden. Derzeit werden Prioritäten gesetzt, auch die azonalen und extrazonalen Waldgesellschaften dieser Höhenstufe entsprechend abzudecken.

Ansprechpartner: Dr. G. Frank
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldbau
Georg.Frank@fbva.bmlf.gv.at

2.2.1.9 Geographische Verteilung genetischer Strukturen in Baumpopulationen

Seit 1993 wird die genetische Zusammensetzung bei den Hauptbaumarten innerhalb Österreichs anhand von biochemisch-genetisch bzw. molekularen Methoden ermittelt (GIO – Genetische Inventur Österreichs). Zur Zeit werden die forstlich bedeutsamen Baumarten Fichte, Weisstanne, Lärche und Buche untersucht. U.a. werden folgende Fragestellungen bearbeitet: Unterscheiden sich die genetischen Eigenschaften der Baumarten z.B. in Abhängigkeit der Höhenlage oder bestimmter geographischer Regionen? Können Unterschiede ggf. kausal erklärt werden (nacheiszeitliche Wiederbesiedlung, Klima- und Standortsfaktoren)? Inwieweit lassen sich Verfahren einsetzen, um indigene oder autochthone Herkünfte als solche zu identifizieren? Als Grundlage für die Untersuchungen dienen Probebestände, welche im gesamten Bundesgebiet (teilweise auch bundesgebietsübergreifend) beprobt wurden (Bestände im Bundesgebiet [Stand 2000]: Fichte 47, Tanne 12, Lärche 8, Rotbuche 25).

Isoenzymatische Ergebnisse bei der Weisstanne (BREITENBACH et al. 1997) zeigen, dass bei bestimmten Genvarianten eine klinale Variation innerhalb des Bundesgebietes besteht und das für die Weisstanne spezifische Variationsmuster als Grundlage für eine grobe Herkunftsidentifizierung genutzt

Abb. 11:
Regionale genetische Differenzierung der Rotbuche in den Alpen. Gleiche Symbole beziehen sich auf genetisch ähnliche Buchenbestände.



werden kann. Für die Fichte in Hochlagen besteht keine ausgeprägte genetische Variation an Genen, welche Isoenzyme kodieren (GEBUREK 1999). Untersuchungen anhand mitochondrialer DNA sind begonnen worden; erste Befunde lassen eine regionale Differenzierung der Fichte erwarten. Bei Rotbuche wurde die genetische Zusammensetzung anhand von Isoenzymen (COMPS et al. 1998) untersucht (Abbildung 11). Es lassen sich im alpinen Raum vier Regionen unterschiedlicher genetischer Zusammensetzung differenzieren. Untersuchungen anhand von Chloroplasten-DNA sind begonnen und gestatten bisher bereits den Identitätsnachweis aus bestimmten Regionen Südosteuropas.

Ansprechpartner: Univ. Doz. Dr. T. Geburek
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Forstgenetik
Thomas.Geburek@fbva.bmlf.gv.at

2.2.1.10 Ozon-Risiko

Die Forstliche Bundesversuchsanstalt hat gemeinsam mit dem Forschungszentrum Seibersdorf das Ozonrisiko für das gesamte Bundesgebiet und für die sieben Hauptbaumarten modelliert. Beurteilungsbasis war der AOT40 der UN-ECE (1995) bzw. WHO (1995). Hierbei ergaben sich Überschreitungen bis um das 7fache des Grenzwertes insbesondere in größeren Seehöhen bzw. im Alpenraum (SMIDT & LOIBL 1996; Abbildung 12a). In Weiterführung dieses Modellsatzes wurden in Zusammenarbeit mit der Universität Wien (Institut für Ökologie und Naturschutz) die vorindustriellen Ozonkonzentrationen berücksichtigt und auf die bundesweite Hemerobiekarte Bezug genommen (BOLHAR-NORDENKAMPF et al. 1999, LOIBL et al. 1999). Dieser erweiterte Modellsatz und die Überlegung, dass sich naturnahe Bestände auf die jahrzehntelange Belastungssituation adaptiert haben, wird in die europäischen Risikokarten übernommen und bei der Formulierung von europäischen Grenzwerten berücksichtigt. In einer weiteren Modellierung wurden die Globalstrahlung und das Dampfdruckdefizit mit einbezogen, um die tatsächlich „aufgenommene Ozondosis“ abzuschätzen (WIESER & HAVRANEK 1996), was der ursprünglichen Formulierung der UN-ECE-Richtlinie entspricht. Hierbei zeigte sich, dass die Berücksichtigung des Einflusses der Witterungsbedingungen auf die Stomataöffnung und damit auf die Ozonaufnahme vor allem in Tal- und Mittellagen eine signifikante Reduzierung des Risikos einer Ozonschädigung gegenüber dem ersten Modellsatz ergibt. In Bergwäldern ist die Reduktion in geringerem Ausmaß gegeben (Abbildung 12b).

Ansprechpartner: Univ. Prof. Dr. H. Bolhar-Nordenkampf
Universität Wien
bolhar@pflaphy.pph.univie.ac.at

Dr. W. Loibl
Forschungszentrum Seibersdorf
wolfgang.loibl@arcs.ac.at

Dr. St. Smidt
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Immissionsforschung
und Forstchemie
Stefan.Smidt@fbva.bmlf.gv.at

2.2.1.11 Stickstoff-Risiko

Vom Forschungszentrum Seibersdorf (KNOFLACHER & LOIBL 1993) wurden auf der Basis von geologischen Karten und Eintrags-Daten für Österreich Critical Loads-Karten für Stickstoff modelliert (Abbildung 13). Die Auswertungen ergaben, dass die Critical Loads für Stickstoff im größten Teil Österreichs und vor allem in den Alpen überschritten werden (POSCH et al. 1995).

Ansprechpartner: Dr. M. Knoflacher
Forschungszentrum Seibersdorf
Markus.Knoflacher@arcs.ac.at

Dr. W. Loibl
Forschungszentrum Seibersdorf
Wolfgang.Loibl@arcs.ac.at

2.2.1.12 SO₂-Immissionseinwirkungen

Die Bewertung der Schwefelgehalte im Nadelmaterial des Bioindikatornetzes auf der Basis der Grenzwerte der Zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen ergab neben lokalen Immissionsbelastungen 1998 auch grenzüberschreitende SO₂-Immissionen v.a. aus Slowenien nach (Abbildung 14). Die Situation an der Grenze zur Tschechischen Republik und zu Ungarn hat sich gegenüber den Vorjahren deutlich verbessert. Aufgrund von lokalen emissionsmindernden Maßnahmen kam es seit 1983 zu einer signifikanten Abnahme der Maximalwerte (FÜRST & STEFAN 1999). Es zeigte sich ferner, dass die Grenzwerte für Schwefelgehalte in Fichtennadeln bis 1200m Seehöhe (rund 600m über Tal) überschritten werden (SMIDT et al. 1996).

Ansprechpartner: Ing. A. Fürst
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Immissionsforschung
und Forstchemie
Alfred.Fuerst@fbva.bmlf.gv.at

Abb. 12:

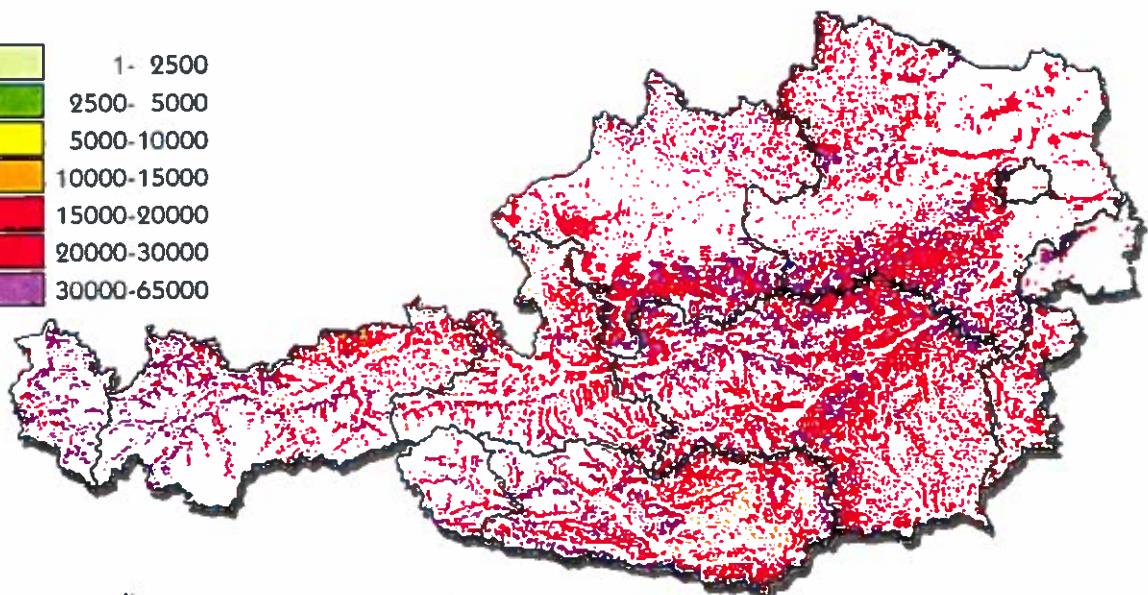
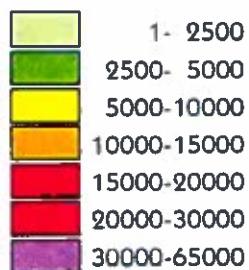
Ozon-Risikokarten

AOT40: Summe der Überschreitungen der 1h-Mittel von 40ppb, April – September, Critical Level: 10ppm.h

Abb 12a: AOT40-Werte (ppm.h)

Abb 12b: AOT40-Werte unter Berücksichtigung der Ozonaufnahme (ppm.h)

AOT40 - Überschreitungen während der
Tageslichtstunden auf der Basis der
herkömmlichen Berechnung



AOT40 - Überschreitungen während
der Tageslichtstunden unter Einbeziehung
Klimatischer Faktoren, welche die
Stomataöffnung beeinflussen

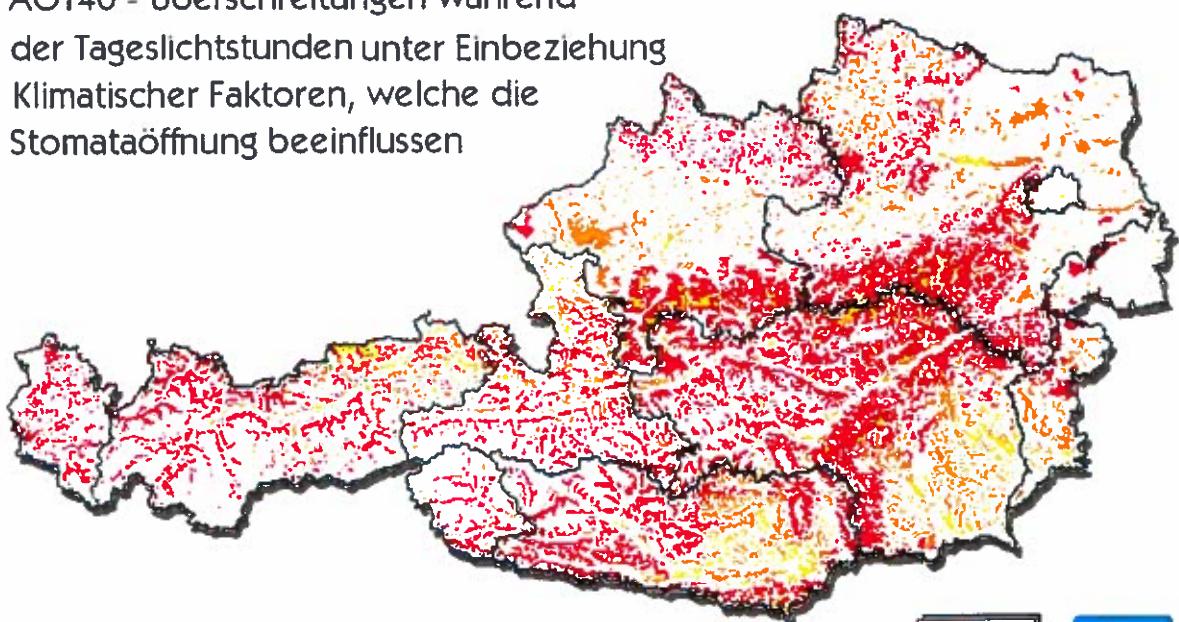


Abb. 13:
Critical Loads für Stickstoff

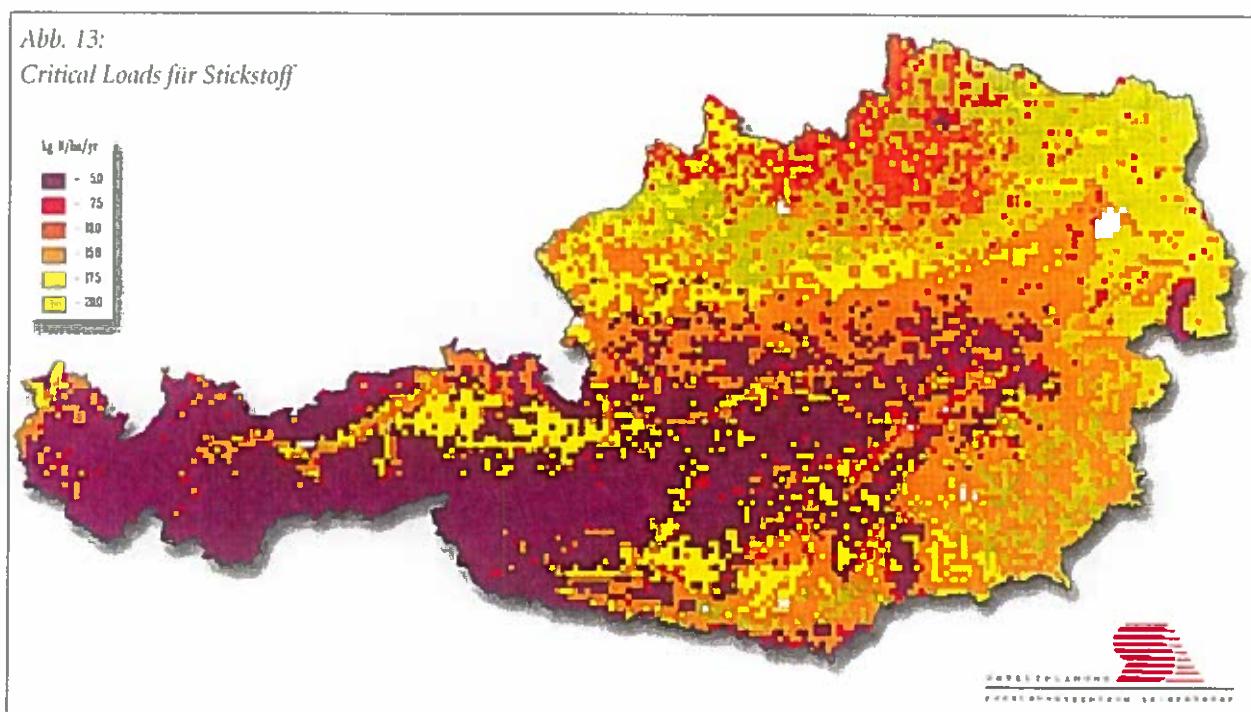
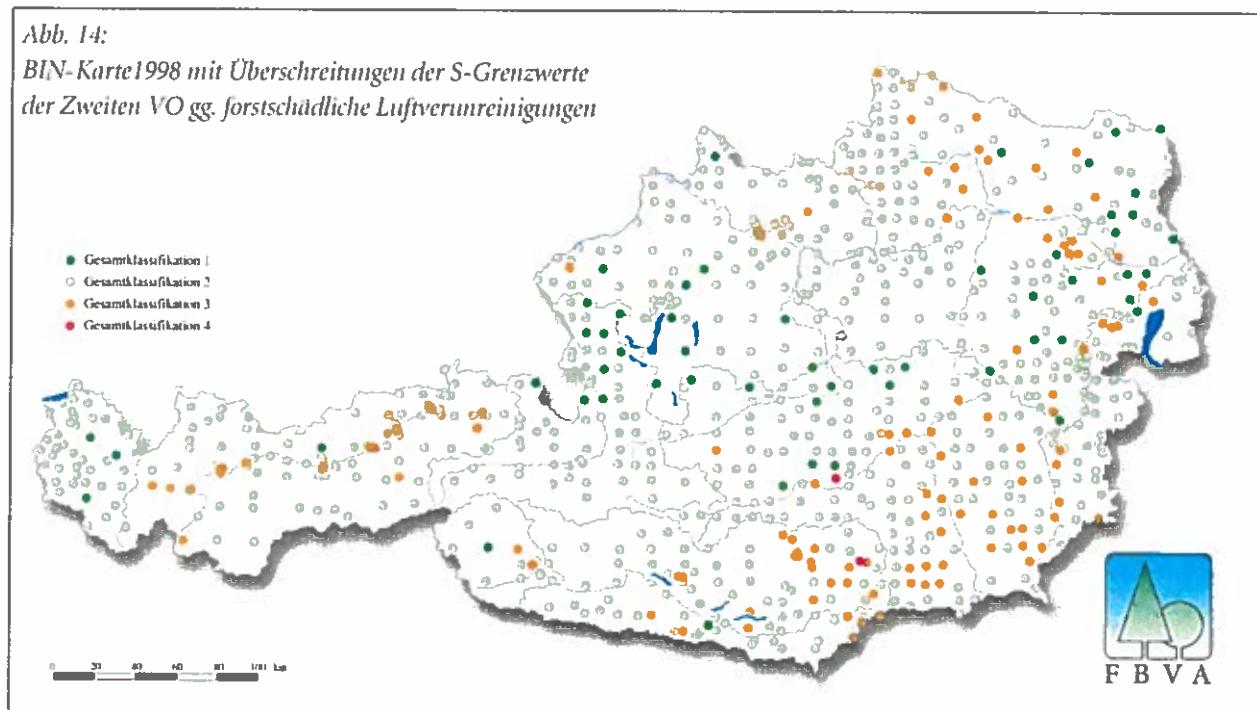


Abb. 14:
BIN-Karte 1998 mit Überschreitungen der S-Grenzwerte
der Zweiten VO gg. forstschädliche Luftverunreinigungen



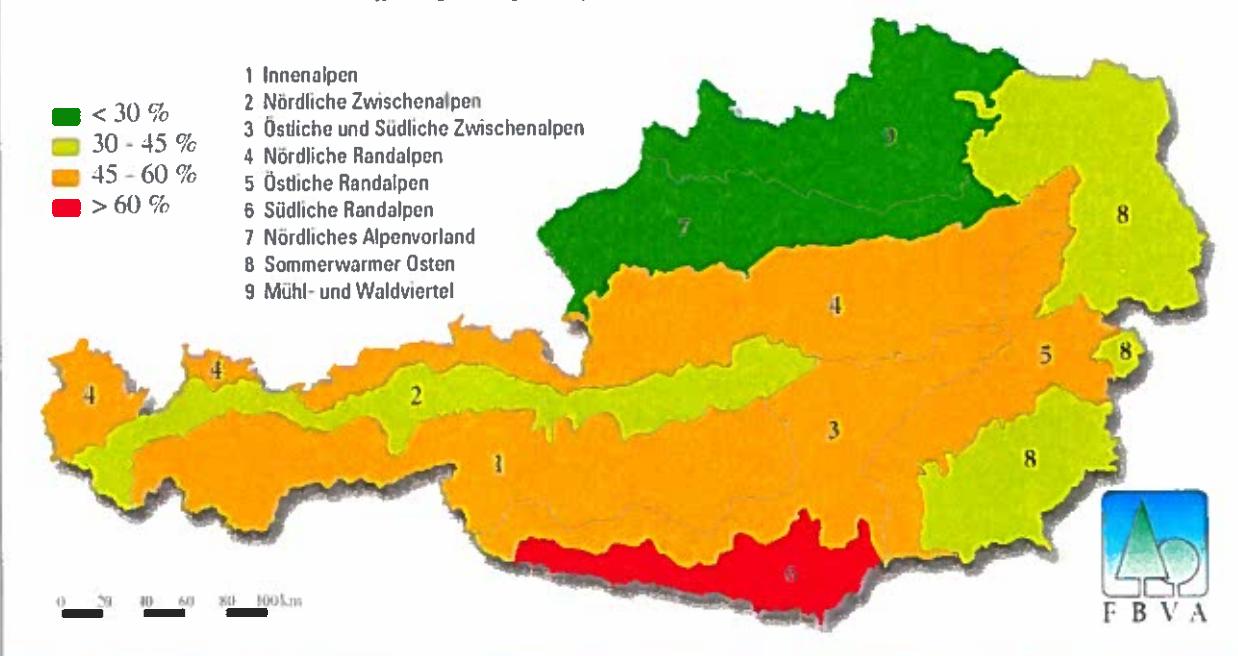
2.2.1.13. Ernährungszustand von Waldbäumen
Im Rahmen des österreichischen Bioindikatornetzes werden seit 1983 Nährelemente in Nadeln bestimmt und die Ergebnisse kartenmäßig dargestellt. Es zeigt sich hinsichtlich Stickstoff eine vorwiegend schlechte Versorgung, wobei aber große Unterschiede zwischen den Hauptwuchsgebieten festzustellen waren. Während in den südlicheren Hauptwuchsgebieten Stickstoffmangel dominiert, besteht in den

nördlichen Hauptwuchsgebieten 7 und 9 bei weiteren Stickstoffeinträgen die Gefahr einer Eutrophierung (STEFAN & FÜRST 1998; Abbildung 15).

Ansprechpartner: Dr. F. Herman
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Immissionsforschung
und Forstchemie
Friedl.Herman@fbva.bmlf.gv.at

Abb. 15:

Anteile an BIN-Punkten mit Stickstoffmangel, dargestellt für die einzelnen Wuchsgebiete (1983-1995)



Literatur zu bundesweiten Kartenaufzeichnungen

- BLUM W.E.H. & WENZEL W.W. (1989): *Bodenschutzkonzeption*. Arge Bodenschutz der ÖBG, Wien.
- BOLHAR-NORDENKAMPP H., LOIBL W., GATSCHER B. & SMIDT S. (1999): *Adaption to "pre-industrial" ozone concentrations – the cause for a fundamental change in the Austrian ozone risk map*. In: Critical Levels for ozone – Level II. Environmental Documentation No. 115. Swiss Agency for Environment, Forest and Landscape, Bern, Switzerland.
- BREITENBACH-DORFER M., KONNERT M., PINSKER W., STARLINGER, F., GEBUREK, TH. 1997: *The contact zone between two migration routes of silver fir, Abies alba (Pinaceae), revealed by allozyme studies*. Plant Systematics and Evolution 206: 259-272.
- BUNDESANT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.; 1997): *Bodenschutz in Österreich*. BMLF Wien.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1997): *Beilage zur Österr. Forstztg. 12*.
- COMPS B., MATYAS Cs., LETOUZEY J., GEBUREK, TH. (1998) *Genetic variation in beech populations (Fagus sylvatica L.) along the alpine chain and in the Hungarian basin*. Forest Genetics 5: 1-9.
- FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (1992): *Österreichische Waldbodenzustandsinventur*. Mitteilungen der FBVA, Bd. 168/1 und 168/2.
- FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (1997): *CD-ROM der Waldinventur 1992-96*.
- FRANK G. & KOCH G. (1999): *Natural Forest Reserves in Austria*. In: Parviainen J., Little D., Doyle M., o'Sullivan A., Kettunen M., Korhonen M. (eds.; 1999): *Research in Forest Reserves and Natural Forests in European Countries – Country Reports for the COST Action E4: Forest Reserves Research Network*. EFI Proceedings No. 16. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi. 35-53.
- FÜRST A. & STEFAN K. (1999): *Österreichisches Bioindikatornetz – Ergebnisse der Schwefelanalysen der Probenahme 1998 und Vergleich der Resultate der von 1983-1998 und von 1985-1998 bearbeiteten Probepunkte*. FBVA BIN-S116/1999. ISBN 3-901347-16-X.
- GBUREK, TH. (1999) *Genetic variation of Norway spruce (Picea abies [L.] Karst.) populations in Austria. III. Macrospatial allozyme patterns of high elevation populations*. Forest Genetics 6: 201-211.
- GLITZNER I. & VOLK F. (1999): *Freeway passageways and big game mobility*. In: 2nd International Wildlife Management Congress „Wildlife, Land and People: Priorities for the 21st Century“. Gödöllö, Hungary (28 June - 2 July 1999). Program and Abstracts. p. 55.
- KNOFLACHER M. & LOIBL W. (1993): *Mapping of Critical Loads of Nitrogen for Austria – preliminary results*. OEFZS A 2521.
- LOIBL W., KOPCA A. & ZUGER J. (1999): *Critical Levels – Karten für ausgewählte Waldgebiete: Berechnung eines modifizierten AOT40 Level II – Ozonaufnahme abhängig von Witterungsbedingungen*. Forschungszentrum Seibersdorf, Bericht OEFZS S-0042.
- MUTSCH F. (1992): *Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Teil VI: Schwermetalle*. Mitt. Forstl. Bundesvers. Anst. 168/2, 145-192.
- MUTSCH F. & SMIDT S. (1994): *Durch Protoneneintrag gefährdete Waldgebiete in Österreich*. CBI. f. d. ges. Forstwes. 111 (1), 57-66.
- POSCH M. et al. (1995): *Calculation and mapping of Critical Thresholds in Europe. Status Report 1995*. RIVM Report No. 259101004 Bilthoven, The Netherlands.
- SCHADAUER K., NIENE G. & KÖNIG U. (1997): *Wie gefährdet ist Österreichs Schutzwald?* Österr. Forstztg. 12/1997 (Beilage), 11-13.

- SCHEIRING H. (1988): *Die Bedeutung der Waldweide als Verjüngungshindernis*. Amt der Tiroler Landesregierung.
- SCHODTERER H. (2000): *Grundlagen für die Beurteilung der Wildschäden an der Verjüngung im österreichischen Wald im Rahmen der Österreichischen Waldinventur*. Dissertation Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien.
- SICKL A.M. (1992): *Die Waldweide, ein agrar- und forstpolitisches Problem*. Österr. Forstztg. 5.
- SMIDT S. & LOIBL W. (1996): *Baumartenspezifische Darstellung ozonbelasteter Waldgebiete*. FBVA-Berichte 94, 255-270.
- SMIDT S., MUTSCH F., KNOFLACHER M., STEFAN K. & HERMAN F. (1996): *Stress on the Northern Tyrolean Limestone Alps by depositions of pollutants*. Phyton (Austria) 36 (4), 245-270.
- SOBOTIK M. & POPPELBAUM M. (1995): *Vegetationskundliche und wurzelökologische Untersuchungen auf Weideflächen der Nordtiroler Kalkalpen*. FBVA-Berichte 87, 177-200.
- STEFAN K. & FORST A. (1998): *Indication of S and N inputs by means of needle analyses based on the Austrian Bioindicator Grid*. Environ. Sci. & Pollut. Res. 1, Special Issue, 63-69.
- UN-ECE (1995): *Critical Levels for ozone*. A UN-ECE Workshop Report (J. Fuhrer & B. Achermann, eds.). Schriftenreihe der FAC Liebefeld, No. 16.
- VÖLK F. (1998): *Schädlingschäden und Rotwildmanagement in Relation zu Jagdgesetz und Waldaufbau in Österreich*. Dissertation, Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien. Alpine Umweltprobleme, Teil XXXIV. Beiträge zur Umweltgestaltung, Band A 141. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- VÖLK F. & GLITZNER I. (1999): *Barrier effects on big game due to motorways in Austria*. In: Ecological passes for wildlife and roadside afforestation as necessary parts of modern road constructions (motorways and railway roads). International seminar, Krakow, 7.- 10. IX. 1999. Ed.: Jozef Curzydlo, Department of Ecological Bases of Environmental Engineering, University of Agriculture, Krakow, 107 - 134. (ISBN 83-912184-1-4)
- WHO (1995): *Updating and revision of the air quality guidelines for Europe*. Report of the WHO Working Group on Ecotoxic Effects, Les Diablerets, Switzerland, Sept. 21-23.
- WIESER G. & HAVRANEK W. (1996): *Evaluation of ozone impact on mature spruce and larch in the field*. J. Plant Physiol. 148, 189-194.
- ZAUPER A. (1993): *Auswirkungen der Beweidung auf die Bodenbeschaffenheit in der montanen und subalpinen Waldstufe der nördlichen Kalkalpen, dargestellt an Beispielen aus dem Bereich nördlich des Achensees*. Dissertation Universität Erlangen, Nürnberg.
- ZEDROSSER A. & VÖLK F. (1999): *Large carnivores (bear, wolf, lynx), moose and trunk roads in Austria*. In: INFRA ECO NETWORK EUROPE: 5th IENE meeting, Budapest, Hungary (14-17 April 1999). Report of the meeting. Presentations of the participants. Swedish National Road Administration (SNRA). Borlänge, Sweden, 24 - 26.

2.2.2 Regionale Kartenaufzeichnungen

2.2.2.1 Gefahrenzonen

Das Forstgesetz 1975 (BGBL. Nr. 440/1975) bildet die gesetzliche Grundlage für die Gefahrenzonenplanung in Österreich. Die Ausführungen sind in der Verordnung über Gefahrenzonenpläne (1976; BGBL. Nr. 436/176) erläutert.

Die Gefahrenzonenpläne dienen zur Bewertung im Hinblick auf die Nutzungsverträglichkeit unterschiedlicher Landnutzungen, zur standörtlichen Prioritätenreihung der in einer Region vorkommenden Nutzungsarten und zur Vorschlagserstellung für Konfliktsteuerungen.

Der Gefahrenzonenplan wird nach dem Forstrecht vom regional zuständigen forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung erstellt. Er enthält die wildbach- und lawinengefährdeten Bereiche und deren Gefährdungsgrad (rote oder gelbe Zonen) sowie die für Schutzmaßnahmen erforderlichen Flächen. Diese Regionalstudien basieren auf Analysen der geologischen, geomorphologischen und hydrologischen Hangprozesse und auf die Vegetation in Bezug auf deren Schutzfunktionalität.

Obwohl die Gefahrenzonenpläne keine unmittelbare Rechtswirksamkeit für die örtliche Raumordnung besitzen, finden sie zunehmend in der Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung Berücksichtigung, teilweise durch eine Verpflichtung dazu in den Programmen der überörtlichen Raumordnung. In den westlichen Bundesländern liegt bereits für jede Gemeinde ein Gefahrenzonenplan auf, während im Osten die Fertigstellung der vollen Flächendeckung noch aussteht. Die Lawineneignisse im Februar 1999 haben einen Diskussionsprozess über mögliche Verbesserungsansätze der Gefahrenzonenplanung eingeleitet.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. R. Bauer

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Roland.Bauer@bmlf.gv.at

2.2.2.2 Forstliche Standorte

Die regionale Forstliche Standortskartierung wird nach dem kombinierten Verfahren durchgeführt, wobei zur Klassifizierung der Standorte Klima, Böden (Geologie) und Vegetation herangezogen werden (ENGLISCH & KILIAN 1998). Aufgrund der aktuellen Verhältnisse wird das Standortspotential festgestellt. Dieses wird als Naturraumpotential ausgewiesen (Naturraumpotential: zusammenfassender Betrachtung von Standort und Lebewelt

mit räumlichem Bezug). Der Maßstab ist üblicherweise 1:10.000.

Die Erhebung des Naturraumpotentials dient als Unterlage für waldbauliche Planungen, zur Funktionsbewertung im Sinne des Waldentwicklungsplanes und zur Ausweisung von schutzwürdigen Biotopen. Weiters werden daraus Bewertungskarten zum Vergleich unterschiedlicher Landnutzungsformen abgeleitet und die Gefährdungen von Standorten durch Erosion bzw. Hanglabilität und durch Luftsabstoffe abgeschätzt.

Beispiele für Standortskartierungen im Bergwald mit Erhebungsjahren:

- Forstliche Bundesversuchsanstalt: Oststeirisches Bergland (1960), Mürztaler Alpen (1963), Jassnitzgraben (1958), Graschnitzgraben (1999), Bruck/Mur und Lahnhube (1967, 1999), Sengsengebirge (1973), Östliche Karawanken-Eisenkappl (1968), Trattenbach – Gailtaler Alpen (1969), Großvolderberg (1967), Raum Achenkirch (1995).
- MA 49 (Forstamt der Stadt Wien): Schneeberg-Hirschwang (1996), Brunnsee-Wildalpen (1999), Rax (1973).
- Österreichische Bundesforste AG: Forstwirtschaftsbezirke Bad Aussee & Grundlsee (1965), Mühlbach-Oberpinzgau (1959), Radstadt (1962), Mondsee (1958), Mürzforste 1964).
- Amt der Salzburger Landesregierung: Lungau (1997), Amt der Tiroler Landesregierung Loisachtal (1997).

Ansprechpartner: Dr. M. Englisch
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Forstökologie
Michael.Englisch@fbva.bmlf.gv.at
Dipl.-Ing. A. Perle
Amt der Tiroler Landesregierung
a.perle@tirol.gv.at
Dr. D. Stöhr
Amt der Tiroler Landesregierung
d.stoehr@tirol.gv.at

2.2.2.3 Vegetation

Vegetationskarten liegen für Tirol und Salzburg im Maßstab 1:100.000 vor und dienen der naturräumlichen Bewertung auf lokaler bis regionaler Ebene. Aufgrund des Indikatorwertes der Vegetation ergeben sich Hinweise auf Gefährdungspotentiale wie Erosion, Lawinen und Wildbäche, Überweidung und Wildverbiss. Sie sind Planungs- und Beurteilungsinstrument in der Landschaftsplanung und Naturraumbewertung und eine wichtige Orientierungshilfe bei Baumarten-

wahl und Verjüngungsplanung (SCHIECHTL & STERN 1995; MEISEL et al. 1983). Sie geben wesentliche Hinweise zur Lage der potentiellen Waldgrenze und den Möglichkeiten der Hochlagenauforstung.

Ansprechpartner: Dr. M. Englisch
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Forstökologie
Michael.Englisch@fbva.bmlf.gv.at

2.2.2.4 Stickstoffeinträge

Vom Forschungszentrum Seibersdorf wurden auf der Basis von geologischen Karten und Eintrags-Daten gemeinsam mit der Forstlichen Bundesversuchsanstalt für die Wuchsgebiete 2.1 und 4.1 Critical Loads-Karten für Stickstoff weiterentwickelt und verfeinert. Die Auswertung für das Kalkalpin wies darauf hin, dass im Hinblick auf Stickstoffeinträge Berg- und Talbereiche sehr differenziert zu betrachten sind und dass v.a. Talflanken besonders gefährdet sind (KNOFLACHER & LOIBL 1998).

Ansprechpartner: Dr. W. Loibl
Forschungszentrum Seibersdorf
wolfgang.loibl@arcs.ac.at
Dr. M. Knoflacher
Forschungszentrum Seibersdorf
markus.knoflacher@arcs.ac.at

2.2.2.5 Waldbodenzustand der Länder der ARGE ALP und ARGE ALPEN ADRIA

Die einheitliche Auswertung der länderweise durchgeführten Waldbodenzustandserhebungen der Mitgliedsländer bietet einen Überblick über die Belastungssituation der Waldböden im Ostalpenraum im Hinblick auf vorwiegend anorganische Schadstoffe. Die ca. 2400 Probeflächen umfassende Untersuchung bietet sich auch als Datenbasis für naturräumliche Gliederungen sowie für integrierenden Untersuchungen etwa für Untersuchungen zu ökologischen Belastungsgrenzen (Säure- und Stickstoffeinträge) an.

Bei der Untersuchung wurden etwa 15 % der Böden in den Zwischenalpen als stark versauerungsgefährdet eingestuft. Besonders am Alpennordrand (Nördliche Kalkalpen) wurden auf Richtwertüberschreitungen auf 9 % (Blei) bzw. 16 % (Cadmium) der untersuchten Böden Richtwertüberschreitungen. Die Schwermetallbelastung steigt mit der Seehöhe (HUBER & ENGLISCH 1997).

Ansprechpartner: Dr. M. Englisch
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Forstökologie
Michael.Englisch@fbva.bmlf.gv.at

Dipl.-Ing. S. Huber
Umweltbundesamt Wien
Huber@ubavie.gv.at

2.2.2.6 Waldbodenzustand in Tirol

Im Zuge der Waldbodenuntersuchungen im Land Tirol wurden speziell entlang der Transitrouten Inntal und Brenner zahlreiche Richtwertüberschreitungen von Schwermetallen (Blei, Cadmium) in Waldböden festgestellt (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG 1988).

Ansprechpartner: Dr. D. Stöhr
Amt der Tiroler Landesregierung
Landesforstdirektion
d.stoehr@tirol.gv.at

2.2.2.7 Schutzwaldkonzeption für Regionen

Die derzeitigen Planungsinstrumente wie Waldentwicklungsplan, Gefahrenzonenplan oder Maßnahmenplanung in Schutzwaldsanierungsprojekten erfassen nur teilweise die unterschiedlichen Ansprüche an den Raum. Gerade für die integrale Betrachtung ganzer Talschaften oder Regionen fehlt es an Planungsinstrumenten. Um diese Lücke zu schließen, wurde in den Bundesländern Ober- und Niederösterreich in ausgewählten Regionen versucht, mit sogenannten Regionalstudien die multifunktionalen Ansprüche an den Raum in Form eines ganzheitlichen Masterplans zu erfassen. Dieser erlaubt es die einzugsgebietsbezogenen Planungen von Schutzmaßnahmen im sozioökonomischen und ökologischen Kontext der Region zu betrachten und zu bewerten. Regionalstudien haben sich auch als Argumentationshilfe im Rahmen von Bürgerbeteiligungsverfahren für konkrete Verbauungsprojekte bewährt, da diese den Nutzwert einer einzelnen Maßnahme im Kontext einer Region darstellen.

Im oberösterreichischen Salzkammergut z.B. bildet eine Regionalstudie die Grundlage für die Maßnahmen der Schutzwaldbewirtschaftung des Bannwaldes Hallstatt. Außerdem wurde eine aus dieser Regionalstudie erstellte Karte der Naturraumpotentiale als Grundlage für einen Managementplan für die „Historische Kulturlandschaft Hallstatt-Dachstein / Salzkammergut“ nach UNESCO-Richtlinien herangezogen (SCHABL & OBERSTEINER 1998).

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. A. Schabl
Geoinformationswesen
anton.schabl@schabl.at

2.2.2.8 Fernerkundung

Die Fernerkundung mittels Luftbildern und Satellitenbilddaten wird seit 1989 für großräumige Waldzustandsuntersuchungen regional eingesetzt. Grundlage sind Farb-Infrarot-Luftbilder (FIR) mit mittlerem Bildmaßstab 1:7.500, die flächendeckend über das Untersuchungsgebiet in der Hauptvegetationszeit erstellt werden. Die numerische Datenanalyse erlaubt Selektionen und Verknüpfungen einzelner Merkmale und gibt differenzierte Hinweise auf den Ursachen-Wirkungskomplex. Aus den Projekten abgeleitet sind Informationen u.a. über Waldgebiet, Waldfläche, Höhenstufen, Topographie, Baumarten, Bestandesstruktur (GÄRTNER 1993, GÄRTNER & REGNER 1996).

Einige Beispiele: Allgemeine Waldzustandserhebungen (z.B. Treibach, Ausserfern, Achenkirch), Gebiete mit Kiefernsterben (Mannhartsberg, Senftenberg), biotische Schäden (Fichtenblattwespe Vöcklabruck, Kastaniensterben Südsteiermark).

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. M. Gärtner
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Manfred.Gärtner@fbva.bmlf.gv.at

Forschungsbedarf zur Erstellung bundesweiter und regionaler Risikokarten

- Verfeinerung der vorliegenden Critical Level- und Critical Loads Karten zur regionalen und baumartspezifischen Risikoabschätzung von Schadstoffdepositionen
- Risikobewertung von N-Einträgen, u.a. im Hinblick auf Trinkwasserressourcen
- Modellierung des Risikos einer Klimaänderung für die Hauptbaumarten Österreichs
- Festlegung von weiteren wirkungsbezogenen Grenzwerten, z.B. für Schwermetallgehalte in Böden
- Digitalisierung der flächenbezogenen ökologischen Informationen als Informationsgrundlage für bundesweite und regionale Risikokarten

Literatur zu regionalen Kartenaufzeichnungen

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (1988): *Bericht über den Zustand der Tiroler Böden*. Amt der Tiroler Landesregierung.

- ENGLISCH M. & KILIAN W. (Hrsg.; 1998): *Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich*. FBVA-Berichte 104.
- GÄRTNER M. (1993): *Ausserfern 1990 – Untersuchungsbericht der Luftinventur*. Österr. Forstztg. 8/1993, 61.
- GÄRTNER M. & REGNER B. (1996): *Luftbildauswertung Salzachauen*. Waldzustandsuntersuchung und Bestandeskartierung. FBVA-Berichte 93, 149-157.
- HUBER S. & ENGLISCH M. (1997): *Auswertung von Waldbodeninventuren im Bereich der Arge Alp und Arge Alpen Adria*. Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München.
- KNOFLACHER M. & LOIBL W. (1998): *Calculating and mapping of Critical Loads for protons and nitrogen for forest ecosystems in the Northern Tyrolean Limestone Alps*. Environ. Sci. & Pollut. Res., Special Issue 1, 75-80.
- MEISEL K., SCHIECHTL H.M. & STERN R. (1983): *Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1:100.000, 9. Teil, Blatt 4. Kitzbühler Alpen*. Documents de Cartographie Ecologique, Grenoble, 26, 29-48.
- SCHIABL A. & OBERSTEINER E. (1998): *Schutzfunktionales Ökologie-Monitoring und multifunktionale Landnutzungsplanung im Hinblick auf die Sicherung vor Naturgefahren und die Stabilität der historischen Kulturlandschaft Hallstatt-Dachstein/Inneres Salzkammergut*. Abschlussbericht, BMLF, unveröffentlicht.
- SCHIECHTL H.M. & STERN R. / LABORATOIRE DES ECOSYSTEMES ALPINS (1995): *Bibliographie des documents pour la carte de la vegetation des Alpes (volumes Ia-X) et documents de la cartographie écologique (vol. XIa-XXXI)*, Université de Grenoble, 1-83.

2.3 Datenbanken auf nationaler Ebene

| Bestehende Datenbanken | | |
|---|---|--------------------------------------|
| Datenbank | Institution | Kontaktperson |
| Österreichische Waldinventur | FBVA, Institut für Waldinventur | Dr. Schieler, Dr. Schadauer |
| Naturwaldreservate | FBVA, Institut für Waldbau | Dr. Frank, Dr. Koch |
| Level I (Kronenzustandserhebung, Bodenanalysen, Standorts- und Bodendaten, Schwefel- und Nährstoffgehalte, Vegetationsaufnahmen Zuwachsdaten) | FBVA, Institut für Waldwachstum und Betriebswirtschaft, Institut für Waldökologie, Institut für Immissionsforschung und Forstchemie | Dr. Neumann |
| Level II (zusätzlich zu Level I: Feuchtigkeitsmessungen im Boden, Bodenwasserchemismus, Klimadaten und Depositionsdaten) | FBVA, Institut für Waldwachstum und Betriebswirtschaft, Institut für Waldökologie, Institut für Immissionsforschung und Forstchemie | Dr. Neumann |
| Österreichisches Bioindikatornetz | FBVA, Institut für Immissionsforschung und Forstchemie | Dr. Herman, Ing. Fürst |
| BORIS (Bodeninformationsystem) | Umweltbundesamt | DI Schwarz |
| GEA (Boden- und Standortsdatenbank) | FBVA, Institut für Waldökologie | Dr. Englisch, Dr. Mutsch |
| FOREC (Vegetationskundliche Datenbank) | FBVA, Institut für Waldökologie | DI Starlinger |
| Moordatenbank | Universität Wien, Institut für Botanik | Dr. Steiner |
| MORIS (Integrated Monitoring) | Umweltbundesamt | Dr. Mirtl |
| Datenverbund | Umweltbundesamt | DI Spangl |
| Immissionsmessungen | | |
| Daten zur Naturnähe österreichischer Wälder | Universität Wien; Institut für Ökologie und Naturschutz FBVA, Institut für Waldbau | Univ. Prof. Dr. Grabherr Dr. Koch |
| Klimadatenbank | Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik | Univ. Prof. Dr. Steinhauser |
| Hydrographische Klimadatenbank | Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft | Dr. Nobilis |
| Gen-Erhaltungseinheiten | FBVA, Institut für Waldbau | Dr. Müller |
| „NATREG“ Ausgewähltes Vermehrungsgut | FBVA, Institut für Waldbau | DI Strohschneider |
| Schadenslawinen-Datenbank | FBVA, Institut für Lawinen- und Wildbachforschung | Mag. Luzian |

Im Aufbau befindliche Datenbanken

► WEP-Austria-Digital:

Im Zuge der Konzeption des neuen GIS-unterstützten Waldentwicklungsplanes von Österreich (Gesamtplan) wurde als grundlegende Arbeit ein Datenbankkonzept für die einheitliche Erfassung von attributiven Daten zu den Funktionsflächen, von Metadaten zu relevanten Fremddaten und von deskriptiven Daten zu den jeweiligen Teilplanerstellungen der Länder entwickelt. Dazu wurde eine Datenbankapplikation für Eingabe und Export programmiert. Die damit geschaffene, inhaltliche und formale Standardisierung von Datenerfassung und -transfer ist die Voraussetzung für die in Ergänzung zur bisherigen Sammlung analoger Teilpläne zukünftig vorgesehene, digitale Zusammenführung der von den Ländern erhobenen Teilplandaten zu einem laufend aktualisierten, bundesweiten Gesamtplan.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. W. Fürst
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldwachstum und
Betriebswirtschaft
Walter.Fuerst@fbva.bmlf.gv.at

► Digitaler Wildbach- und Lawinenkataster (WLK): Der digitale WLK soll im Sinne eines Naturraum- bzw. Naturgefahreninformationssystems als Instrumentarium für die Entwicklung und Umsetzung von Sicherheits- bzw. Risikokonzepten im alpenländischen Natur- und Siedlungsraum dienen. Er befasst sich somit mit Themen, die ursächlich im Zusammenhang mit den Ereignisräumen von Wildbächen, Lawinen und Erosionsprozessen stehen. Als GIS-basiertes, modulares Werkzeug besteht der Kataster aus naturraumspezifischen Daten zur Beschreibung der Grunddisposition in Einzugsgebieten und standardisierten Prozessdaten zur Ereignisdokumentationen und andererseits kompetenzspezifischen Daten des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- u. Lawinenverbauung, die im Zuge von Projektierungen, Maßnahmenbetrieb und Gutachtertätigkeiten erhoben werden. Darauf aufbauend ist auch der Gefahrenzonenplan als raumwirksames Planungsinstrument im digitalen Wildbach- und Lawinenkataster implementiert. In der Endausbaustufe wird ein in aggregierter Form öffentlich zugänglicher Datenpool über naturgefahrenrelevante Informationen angestrebt.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. I. Schnetzer
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawinenverbauung
Sektion Wien, erweiterte Planungsstelle
wlveps@eunet.at

► Domodis (Documentation of Mountain Disasters) ist eine weltweite Initiative unter der Ägide des UN IDNDR (UN International Decade of Natural Disaster Reduction) und der International Association of Geomorphologists mit dem primären Ziel, eine Dokumentation von Naturkatastrophen im Bergland nach harmonisierten Richtlinien vorzulegen. Langfristiges Ziel ist der Aufbau eines internationalen Datennetzwerkes über Naturkatastrophen in Gebirgsregionen. In Österreich wird an einer engen Abstimmung von Domodis und dem digitalen Wildbach- und Lawinenkataster gearbeitet.

Ansprechpartner: Dr. H. Hübl
Institut für alpine Naturgefahren
und forstliches Ingenieurwesen
Universität für Bodenkultur Wien
hannes@edv1.boku.ac.at

► Tharmit (torrential hazard and risk assessment and mitigation): Das Ziel von THARMIT, einem Forschungsprogramm der EU, ist die Errichtung eines europäischen Messnetzes zur Beobachtung von Muren. Neben den Messeinrichtungen ist der Aufbau einer international zugänglichen Datenbank mit allen Messdaten, die bei THARMIT erhoben werden, geplant. In Österreich sind dafür zwei Messfelder vorgesehen.

Ansprechpartner: Dr. H. Hübl
Institut für alpine Naturgefahren
und forstliches Ingenieurwesen
Universität für Bodenkultur Wien
hannes@edv1.boku.ac.at

► Meta-Map: Meta-Informationen über in Österreich durchgeführte Standortskartierungen): Lage, Flächendeckung, Maßstab, Verfügbarkeit, Methodik vorhandener Standortskartierungen in Österreich (vgl. auch Kapitel 2.2.2.2 Forstliche Standorte).

Ansprechpartner: Dr. M. Englisch
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Forstökologie
Michael.Englisch@fbva.bmlf.gv.at

► Beregnungsdatenbank: In Zusammenarbeit mit der Fa. Ecogis wird eine Datenbank (SQL, Access) über alle österreichweit durchgeführten Beregnungen erstellt; zusätzlich sind Daten über Bodenfeuchte, Bodenphysik, Vegetationsaufnahmen und -kartierungen etc. bzw. Verweise auf Art, Qualität und Quelle sonstiger Arbeitsgrundlagen (digitale Kartengrundlagen, Klimaparameter, geologische, hydrogeologische, hydrologische Daten, etc.) enthalten. Die Ergänzung der Datenbank mit Daten aus Deutschland, Schweiz und Italien geschieht in

Zusammenarbeit zwischen Forstlichen Bundesversuchsanstalt und dem Institut für Geographie der Universität Innsbruck. Diese in der Datenbank zusammengeführten, gespeicherten und verrechneten Ergebnisse von Starkregensimulationen und begleitenden Erhebungen bieten z.B. für die Gefahrenzonenplanung eine wesentliche Grundlage bei der Abschätzung des Abflussverhaltens von relevanten Boden- bzw. Vegetationseinheiten in Wildbacheinzugsgebieten.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. G. Markart
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Lawinen- und
Wildbachforschung
Innsbruck (fbva.soil@magnet.at).

► **Databank of Forest Reserves Suitable for Research (FRRN):** Ziel und Zweck der Datenbank ist der Aufbau eines Informationssystems für die Kooperation und Koordination von Forschung in Naturwaldreservaten auf europäischer Ebene. Ziel ist die Beschreibung von aktuellen und potentiellen Waldflächen, welche für Forschung geeignet sind. Es handelt sich um Flächen die der freien Sukzessionsentwicklung gewidmet sind. Betroffen sind Teilnehmerstaaten der COST-Action E4. Die Datenbank ist über das Internet verfügbar: http://www.efi.fi/Database_Gateway/FRRN/.

Ansprechpartner: Dr. G. Frank
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldbau
Georg.Frank@fbva.bmlf.gv.at

Dr. G. Koch
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldbau
Gersfried.Koch@fbva.bmlf.gv.at

2.4 Verbesserung des Verständnisses über das Zusammenwirken des Wasserkreislaufes, der Flora, des Bodens und des Felsuntergrundes, um Gefahren einzuschätzen, die aufgrund einer veränderten Bodennutzung entstehen

Die Prozessstudien aus den Bereichen Wildbachforschung, Schnee- und Lawinenkunde, Standortskunde und Ökologie sowie Waldbau sind die Basis für weiterführende Risikoprognosen, um die Gefährdung durch eine veränderte Bodennutzung auf einzelne Bereiche verschiedener Ökosysteme zu quantifizieren.

2.4.1 Wildbachforschung

► **Abflusseigenschaften alpiner Vegetationseinheiten:** Basierend auf den Ergebnissen von mehr als 200 Starkregensimulationen in Österreich (z.B. Löhnersbach, Finsing, Schesa, Thaurer Langenbach, Planai - Hochwurzen) und über 400 in Deutschland (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft) ist es für dominante geologische Bereiche des Alpenraumes möglich, die Neigung der wichtigsten Boden- bzw. Vegetationseinheiten in Wildbacheinzugsgebieten zur Bildung von Oberflächenabfluss bei Starkregen abzuschätzen, und dieses Abflussverhalten in Form einer Abflussbeiwertkarte darzustellen. Diesen Kalkulationen liegt ein „worst-case-scenario“ zugrunde. Hierbei wird angenommen, dass ein Starkregenereignis unter den für das betreffende Gebiet repräsentativen widrigsten Randbedingungen auftritt (weitgehend gesättigte Böden, geringer Deckungsgrad bzw. extrem kurze Bodenvegetation z.B. unmittelbar nach Ausaperung bzw. zum Höhepunkt der Weidesaison im August bzw. September; MARKART 1999; MARKART & KOHL 1995).

Die Abflussvorgänge unter winterlichen Bedingungen insbesondere im Stadium der Ausaperung bzw. bei Tauwetterphasen wurde am Patscherkofel und im Umfeld von Seefeld (Tirol) geprüft. Insgesamt zeigte sich ein deutlicher Einfluss der Mächtigkeit und der Beschaffenheit der Schneedecke auf den Abflussverlauf. Die künstlich beschneite Piste reagierte bei Starkregen auf Schnee mit deutlicher Abflussverzögerung, auch auf der Naturschneepiste wirkten sich die höhere Schneedecke und Inhomogenitäten im Schneedeckenaufbau gegenüber den Vergleichsstandorten in Form einer stärkeren Abflussverzögerung aus. Auswirkungen von Starkniederschlägen auf Schneedecke im Zusammenhang mit unterschiedlichen Nutzungsformen sind Schwerpunkt eines Forschungsprojektes welches am Patscherkofel bei Innsbruck durchgeführt wurde (KOHL et al. 2000).

Zur Beurteilung der hydrologischen Merkmale eines Standortes ist es möglich, die Vegetation als Indikator heranzuziehen. Ökologische Zeigerzahlen lassen es zu, jene Umweltbedingungen zu charakterisieren, unter denen die Pflanzen gedeihen. Für die Indikation eines Standortes bezüglich seiner Infiltrationseigenschaften kommen Feuchte-, Humus- und Dispersitätszahl in Frage. Erste Ergebnisse zeigen, dass ökologische Zeigerwerte geeignete Indikatoren für die potentielle Abflussbereitschaft eines Stan-

dortes sein können. Vegetationseinheiten mit hohen mittleren Feuchte- bzw. Dispersitätszahlen kann ein hoher potentieller Oberflächenabfluss unterstellt werden. Auf diese Weise lassen sich Vegetationskarten hinsichtlich der historischen und künftigen Abflussbereitschaft eines Wildbacheinzugsgebietes interpretieren. Am Beispiel „Integralmelioration Vorderes Zillertal“ konnte gezeigt werden, wie mittels Vegetationskartierung und Zeigerwertanalysen die hydrologischen Auswirkung von Aufforstungen und Weidefreistellungen quantitativ und qualitativ erfasst werden kann (KOHL 2000).

Ansprechpartner: Dr. G. Markart
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Lawinen- und
Wildbachforschung, Innsbruck
fbva.soil@magnet.at

Mag. B. Kohl
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Lawinen- und
Wildbachforschung, Innsbruck
fbva.soil@magnet.at

► **Abflussentstehung:** Die Schwerpunkte der hydrologischen Forschung der Universität für Bodenkultur Österreichs liegen in der Erfassung der Prozesse der Abflussentstehung in alpinen Wildbacheinzugsgebieten sowie in deren Modellierung. Unter anderem unterstützte die österreichisch Akademie der Wissenschaften im Rahmen ihres Forschungsprogramms „Hydrologie Österreichs“ die Erforschung von Abflussmechanismen in alpinen Einzugsgebieten (KIRNBAUER et al. 1994). Dabei wurden v.a. im Einzugsgebiet des Löhnersbaches (Bundesland Salzburg) detaillierte hydrologische Messungen unternommen. Die Untersuchungen im Rahmen des Forschungsprogramms „Hydrologie Österreichs“ haben gezeigt, dass in vielen Wildbacheinzugsgebieten die Abflussbildung fast ausschließlich auf einigen wenigen prädisponierten Flächen („Feuchtflächen“) stattfindet. Selbst bei extremen Ereignissen reicht die Abflussbildung auf diesen Flächen aus, um die Gesamtabflussfracht erklären zu können. Diese Ergebnisse konnten auch mittels einfacher Modellrechnungen nachvollzogen werden. Die Güte der Abschätzung der hydrologischen Gefahr, die von einem Einzugsgebiet ausgeht, hängt daher sehr wesentlich von der Identifikation dieser Feuchtflächen ab.

Ansprechpartner: Dr. R. Kirnbauer
TU Wien, Institut für Hydraulik,
Gewässerkunde und Wasserwirtschaft
Kirnbauer@hydro.tuwien.ac.at

Zur Abschätzung von Naturgefahren werden numerische Modelle herangezogen. Im Zuge eines Forschungsprojektes des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft werden seit 1993 Methoden zur nachvollziehbaren Abschätzung von Naturgefahren mittels numerischer Modelle entwickelt. Ein hydrologisches Modell zur Abschätzung der Abflussbildung bei Extremereignissen in Wildbacheinzugsgebieten wurde erarbeitet und für die Erstellung eines Verbauungskonzepts des Einzugsgebietes des Leoganger Schwarzbachs (Bundesland Salzburg) eingesetzt.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. G. Volk
Universität für Bodenkultur
Institut für Waldbau
volk@edv1.boku.ac.at

2.4.2. Schnee- und Lawinenforschung

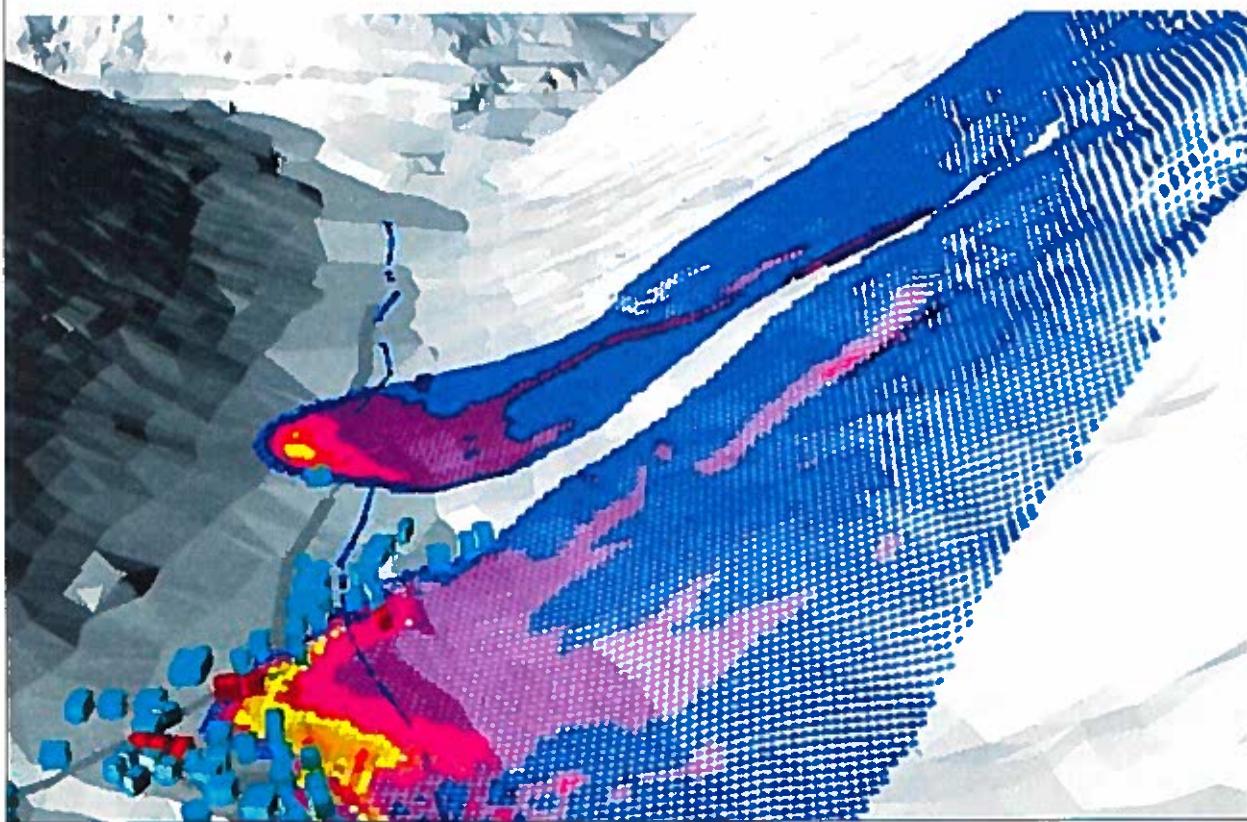
Die Schwerpunkte der Schnee und Lawinenforschung an der Universität für Bodenkultur liegen in der numerischen Simulation der unterschiedlichen Prozesse. In den letzten Jahren wurden Modelle zur Beschreibung der Kräfte in der gleitenden und kriechenden Schneedecke, der Bestimmung der Lawinengefahr mittels neuronaler Netze und der dynamischen Simulation von Lawinen entwickelt.

► Die Entwicklung 2- und 3- dimensionaler Lawinensimulationsmodelle (Abbildung 16) hat gezeigt, wie unzureichend der Informationsstand über die Prozesse in einer Lawine ist. Nach einer ersten Phase der Euphorie über das Potential solcher Modelle ist nun die Erkenntnis eingekehrt, dass die Qualität einer Lawinensimulation nur sekundär mit dem mathematischen Aufwand eines Modells zusammenhängt, sondern ganz wesentlich von der Güte der Bestimmung der Rand und Anfangsbedingungen eines Lawinenabgangs und der strukturellen Richtigkeit des Modells beeinflusst wird. So beschränkt sich der derzeitige Nutzwert solcher Modelle hauptsächlich auf das Studium von Varianten. Ein Einsatz in der Gefahrenzonenplanung ist zur Zeit nur in beschränktem Ausmaß möglich. Verlässliche Simulationsergebnisse sind nur bei entsprechend guten digitalen Geländemodellen zu erwarten (Mindestauflösung 10x10m; VOLK & KLEEMAYR 1999; ILLMER 1999).

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. G. Volk
Institut für Waldbau
Universität für Bodenkultur Wien
volk@edv1.boku.ac.at

Abb. 16:

Visualisierung einer Simulation der Lawinenkatastrophe von Galtür (Februar 1999) mit dem Modell ELBA



In der Lawinengefahrenprognose setzen sich aufgrund der Vielzahl von Nonlinearitäten der Prozesszusammenhänge zunehmend neue Methoden der empirischen Modellbildung (neuronale Netzwerke, Expertensysteme, genetische Algorithmen) durch. Im Projekt NAFT (New Avalanche Forecasting Technologies) wurde mit statistischen Verfahren und neuronalen Netzen im Auftrag des Verbundkonzerns ein Lawinenprognosetool erstellt. Die Lawinentage konnten mit diesem System mit über 80-prozentiger Treffergenauigkeit vorhergesagt werden. Im Folgeprojekt NAFT'2000 wird derzeit erstmals versucht, Lawinenprognose für einzelne Hangbereiche und Lawinenstriche durchzuführen. Für die Modellerstellung wird eine Kombination aus statistischen, physikalischen und expertenbasierten Verfahren eingesetzt. Für die Modelloptimierung werden erstmals genetische Algorithmen verwendet (KLEEMAYR 1996).

Ansprechpartner: Dr. K. Kleemayr
 Institut für alpine Naturgefahren und
 forstliches Ingenieurwesen
 Universität für Bodenkultur Wien
 klee@edv1.boku.ac.at

Um die Auswirkungen von Naturgefahren besser abschätzen zu können, hat die Forstliche Bundesversuchsanstalt die naturwissenschaftlichen Kenntnisse über Prozessabläufe den numerischen Simulationsmodellen zugrunde gelegt.

► **Angewandte Lawinenforschung:** Die traditionellen Methoden zur Einschätzung der Dynamik von Katastrophenlawinen reichten nicht mehr aus, um einerseits die Gefahrenzonenplanung zu optimieren und andererseits die immer aufwendigeren Verbauungsmaßnahmen (Auffang-, Ablenk-dämmen, Lawinenbrecher, Tunnelbrücken etc.) sowohl in Hinblick auf deren Sicherheitserwar-tungen zu steigern als auch die Kosten zu reduzieren. Ein numerisches Simulationsmodell auf der Basis von mathematisch-physikalischen Algo-rithmen aus dem Motorenbau (Fa. AVL - Graz) führte zu einer mehrdimensionalen gekoppelten Erfassung von Staub- und Fließanteil einer Lawine. Die Ergebnisse der Simulation (SAMOS – Snow Avalanche Modelling and Simulation) sind mehr-dimensionale darstellbar (SAMPL et al. 2000), wobei die Verteilung der lawinendynamischen Drücke, Geschwindigkeiten und Dichten in verschiedenen Höhenniveaus im Fließ- und Staubanteil wieder-

gegeben wird. Die Waldzerstörungen im Winter 98/99 dienen als Verifikationsmuster für die Ergebnisse der Staublawinensimulation. Am Beispiel der Moosbachlawine 1984 (Paznauntal, Tirol), wo der Staubanteil aufgrund einer Richtungsänderung der Tiesenlinie zu beachtlichen Waldvernichtungen führte, zeigt sich die gute Einklang mit dem kartierten Schadensbereich (Abbildung 17). Die Nachrechnungen des Katastropheneignisses von Galtür (23.02.1999) mit Hilfe des SAMOS Modelles erbrachten nicht nur gute Übereinstimmung mit der rezenten Zonenplanung, sondern auch mit einer Parameterstudie für die Katastrophensimulation (Abbildung 18). Die Reproduktion bekannter Ereignisse, vor allem deren Massenbilanz, ist das eigentliche Kriterium für Qualität von Simulationsmodellen (SCHAFFHAUSER & SAUERMOSEN 1998, SCHAFFHAUSER 1999). Zusätzlich dienen Radarmessungen der Bestimmung der Dichte- und Geschwindigkeitsverteilungen, photogrammetrische Methoden der Eruierung der Massenbilanz und Laser-Scannerverfahren der Erfassung der Verteilung der Schneemächtigkeiten. Mit diesen Instrumentarien wird die Optimierung der Ergebnisse von Simulationsmodellen vorgenommen (RAMMER 1999).

Ansprechpartner: Dr. H. Schafhauser
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Lawinen- und
Wildbachforschung
fbva.aiatr@magnet.at

Zur „differenzierten Lawinenschadens-Analyse“ als Grundlage für die Erstellung integraler Schutzkonzepte wurde eine Schadenslawinen-Datenbank erstellt (3096 Lawinenereignisse für den Zeitraum von 1973 bis 1993). Unter Einbeziehung der Gemeindekennziffern seit 1967 als Bindeglied der Sach- zu den Geometriedaten ist es möglich, computerkartographische Darstellungen von siedlungsgefährdenden bzw. sachgefährdenden Vorgängen darzustellen (Abbildung 19). Pro Lawinenereignis stehen 34 Parameter zur Verfügung (LUZIAN 1998).

Ansprechpartner: Mag. R. Luzian
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Lawinen- und
Wildbachforschung
fbva.aiatr@magnet.at

Im Rahmen der Arbeiten zum „Integralen Krisenmanagementplan (IKP) – St. Anton/Arlberg“ werden die Gefährdungspotentiale durch Lawinen, Muren und Hochwässer dargestellt. Der

Abb. 17:
Moosbachlawine – gekoppelte Simulation

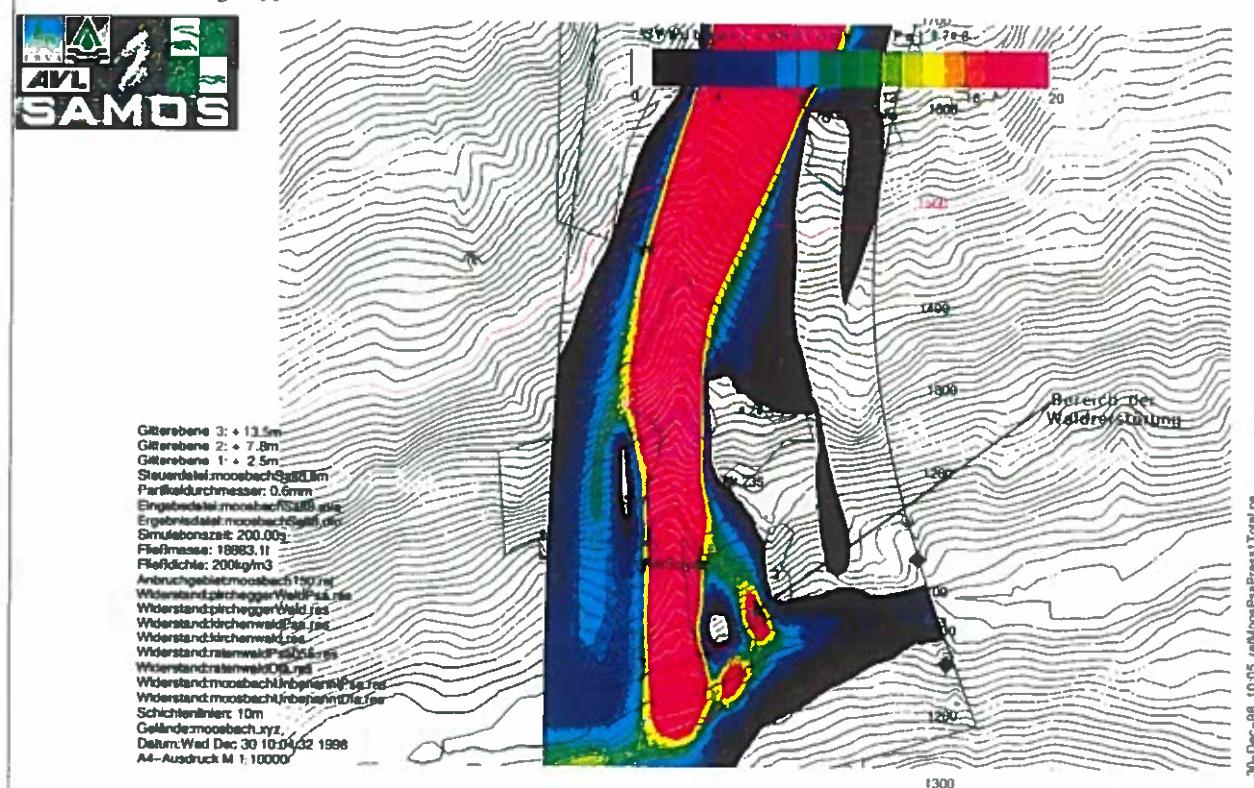


Abb. 18:
Ergebnisse der Simulation (SAMOS) der Katastrophenlawine Galtir (23.2.1999)

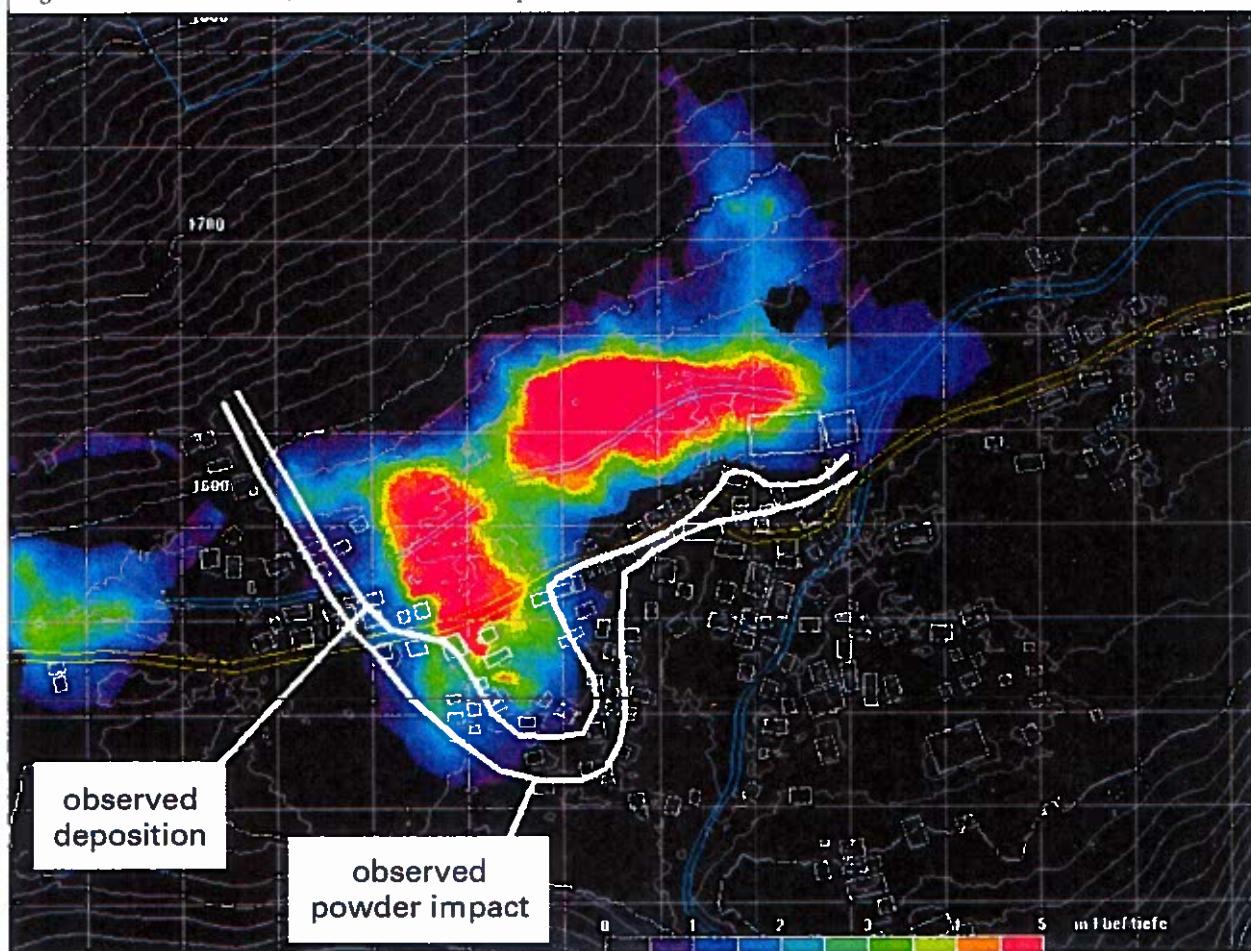
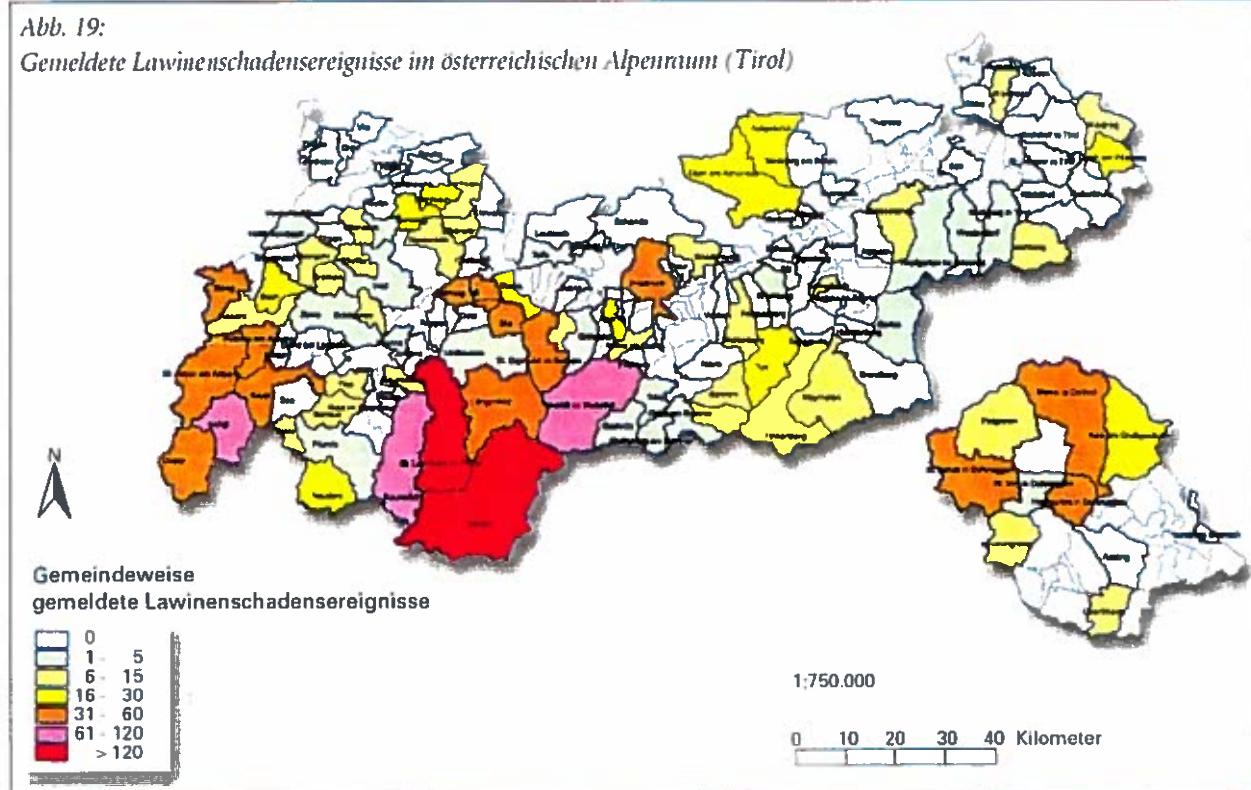


Abb. 19:
Gemeldete Lawinenschadensereignisse im österreichischen Alpenraum (Tirol)



integrale Aspekt der Pilotstudie ergibt sich durch die Zusammenarbeit mit allen vor Ort Beteiligten in einem Risiko- und Krisenmanagement.

Ansprechpartner: Mag. R. Sailer
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für
Lawinen- und Wildbachforschung
fbva.aiatr@magnet.at

► Untersuchungen über Veränderungen von Schneegleitbewegungen

In diesem Projekt wird der mechanische Einfluss der Schneedecke auf die Entwicklung der Waldvegetation untersucht und geeignete waldbauliche und schutztechnische Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden an Verjüngung und Bestand erforscht.

Dazu wurde unter Verwendung der Finite Elemente Methode ein Schneedeckenmodell entwickelt, das den zeitliche Verlauf der Bewegungen und Spannungen der Schneedecke berechnet und so eine Analyse der Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Baumgruppenanordnungen und der Schneedecke erlaubt. Mittels dieses Modells können die auf die Bäume wirkenden Kräfte unter verschiedenen Boden- und Schneebedingungen simuliert werden. Die Eichung des Modells erfolgte aufgrund von mehrjährigen Schneegleit- und Kriechmessungen im Gebiet des Rothwaldes (südliches Niederösterreich).

Mittels dieser Berechnungen konnte festgestellt werden, dass mit den heute gängigen Standardverfahren zur Bestimmung des Schneedrucks auf Schneestützwerke die Belastungen teilweise erheblich unterschätzt werden. Die Folge solcher Fehleinschätzungen können Versagenserscheinungen dieser unterdimensionierten Stützwerke und damit Lawinenabbrüche aus vermeintlich sicheren Hängen sein (KLEEMAYR 1996).

Ansprechpartner: Dr. K. Kleemayr
Institut für alpine Naturgefahren
und forstliches Ingenieurwesen
Universität für Bodenkultur Wien
klee@edv1.boku.ac.at

► Schneegleitbewegungen: Schneegleitbewegungen sind nicht nur auf Gebiete außerhalb des Waldes beschränkt, sondern oftmals auch in aufgelockerten Lärchenwäldern zu beobachten. Um die Frage zu beantworten inwieweit durch Bewirtschaftungsänderungen mit einer Zunahme von Schneegleitbewegungen (und dadurch mit Gleitschneelawinen oder verstärkter Bodenero-

sion) zu rechnen ist, wurden von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Untersuchungen zu diesem Thema vorangetrieben. Die Schwerpunkte der Arbeiten konzentrierten sich dabei auf einen nach Süden exponierten Lärchenbestand oberhalb von Neustift im Stubaital, sowie angrenzender Alm- und Weideflächen. Die Untersuchungen, die über mehrere Jahre durchgeführt wurden, inkludierten nicht nur Gleitwegmessungen (mit Hilfe von Gleitschuhen) sondern auch umfassende meteorologische und nivologische Erhebungen (HÖLLER 1998). Es zeigte sich, dass ein deutliches Ansteigen der Gleitraten bereits in Lücken mit einem Ausmaß von 50–60 m² zutage tritt, dass aber selbst innerhalb des Bestandes (wenn dieser einen geringeren Beschirmungsgrad als 75 % aufweist oder eine gleichmäßig geneigte Fläche von zumindestens 7m in der Falllinie vorliegt) die Gleitgeschwindigkeiten stark zunehmen. Außerdem konnte durch photographische Beobachtungen gezeigt werden, dass in Lücken mit einer Ausdehnung von > 20*30m nicht nur kontinuierliches Schneegleiten möglich ist, sondern regelmäßig auch Gleitschneelawinen entstehen. (HÖLLER 1999).

Ansprechpartner: Dr. P. Höller
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Lawinen- und
Wildbachforschung
Peter.Hoeller@uibk.ac.at

2.4.3 Standortskunde und Ökologie

Gebietsmonographien für einzelne Bereiche des Alpenraumes

Zahlreiche Monographien befassen sich auf regionaler bzw. lokaler Ebene mit den Problemen von veränderter Land- und Bodennutzung im Bergwald. Beispiele dazu sind etwa MÜLLER (1977), MARGL (1973), JELEM & KILIAN (1966), ZUKRIGL (1973) und HERMAN & SMIDT (1995).

Ansprechpartner: Dr. M. Englisch
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Forstökologie
Michael.Englisch@fbva.bmlf.gv.at

Karstforschungsprogramm des Nationalparks Kalkalpen

Im Rahmen des Karstforschungsprogrammes werden die Auswirkungen von Bewirtschaftungseingriffen für den Wasser- und Stoffhaushalt von Wäldern und deren Sensitivität auf Karststandorten untersucht. Weitere Fragen sind die Zusammenhänge zwischen

Schadstoffeinträgen und der Wasserqualität. Auf der Basis einer Flächenanalyse anhand von Vegetations- und Bodendaten, geomorphologischen und geologischen Karten sowie hydrologischen Daten wurden repräsentative Flächen für Untersuchungen von Wasserumsatz und bio-geochemischen Kreisläufen ausgewählt. Die Untersuchung des Abflussverhaltens in Fichten- und Buchenbeständen ergab deutliche Unterschiede; auf vergleichbaren Standortseinheiten wurde der Abfluss in einem Altbestand, in einer 10jährigen Kultur und auf einem Kahlschlag ermittelt und die N- und K-Austräge mit dem Sickerwasser verfolgt.

Ansprechpartner: Dr. K. Katzensteiner
Universität für Bodenkultur
Institut für Waldökologie
Katz@woek.BOKU.ac.at

2.4.4 Waldbau

2.4.4.1 Bestandesbegründungen

Veranlasst durch die schweren Lawinenschäden 1951 und 1954 und die Erkenntnis, dass das Abbruchgebiet der überwiegenden Anzahl aller Lawinen in der vom Menschen entwaldeten Zone zwischen tatsächlicher und potentieller Waldgrenze liegt, wurde das die Biologische Station Obergurgl im Ötztal aufgebaut. Mit multidisziplinären Forschungsprojekten wurde der Flächenumfang, die Methodik und die Kosten notwendiger Hochlagenaufforstungen ermittelt. Die Untersuchungen umfassten Vegetationskartierungen, lokalklimatische und bodenhydrologische Untersuchungen, Bodenuntersuchungen, Standortsansprüche und Gefährdungen von Zirbe in Hochlagen, die Auswertung praktischer Erfahrungen, die Auswirkungen künstlicher Verbauten und eine zusammenfassende Wertung der Ökologie zur Hochlagenaufforstung (Wind-Schnee-Ökogramm, nach H. AULITZKY). Die Vegetationskartierung stellte einen Waldverlust von 50 % seit 1774 auf Kosten oft nur kurzfristiger landwirtschaftlicher Nutzung fest, was sich auch in einem Rückgang der Waldgrenze um bis zu 400 m manifestierte. Auf Basis der auf 220.000 ha durchgeföhrten Vegetationskartierung in Tirol wurde der Aufforstungsbedarf für dieses Bundesland auf 50.000 ha geschätzt und für ganz Österreich mit 200.000 ha hochgerechnet. Die Erkenntnisse des multidisziplinären Projekts werden noch heute z.B. bei Hochlagenaufforstungen berücksichtigt (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1961, 1963).

Haupthindernisse der natürlichen Verjüngung sind der selektive Verbiss, mangelnde Lichtstellung und die Konkurrenzsituation durch die Begleitvegetation. In den Hochlagen der subalpinen Stufe ist die natürliche Verjüngung zusätzlich durch Wärmemangel limitiert und in hohem Maße von den kleinstandörtlich wechselnden Ansamungs-, Anwuchs- und Überlebensbedingungen abhängig. Zur Verbesserung der Verjüngungsbedingungen sind neben der Wildstandsregulierung vor allem die Belassung von Totholz für eine Kadaver-Verjüngung, in Samenjahren platzweise Bodenverwundungen bis zum Mineralboden bzw. Entfernung der Rohhumusdecken und ausreichendes, kleinflächig strukturiertes Belichten bei Vermeidung flächiger diffuser Lichtstellungen erforderlich.

Ansprechpartner: Dr. F. Müller
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldbau
Ferdinand.Mueller@fbva.bmlf.gv.at

Aufforstungsmaßnahmen im Bereich von Lärchenwiesen und aufgelassenen Alm- und Weideflächen stellen einerseits potentielle Gefahrenflächen in der subalpinen Stufe dar (Ausbildung von Gleitschneelawinen), können aber andernfalls auch zu einer starken Beeinträchtigung von Aufforstungen führen (Entwurzelung junger Bäume). Insbesondere in südexponierten Lärchenbeständen mit geringem Beschirmungsgrad sind Aufforstungen daher immer auch in Verbindung mit Gleitschneeschutzmaßnahmen (z.B. Pflöcke und Bermen) auszuführen. Außerdem müssten - nicht nur weil die Lärche besonders durch das Schneegleiten gefährdet ist sondern um künftig einen insgesamt besseren Schutz gegen Lawinen zu erzielen - bei Aufforstungen in diesen Zonen vermehrt Fichten und Zirben zum Einsatz kommen.

Ansprechpartner: Dr. P. Höller
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Lawinen- und
Wildbachforschung
Peter.Hoeller@uibk.ac.at

Die Begründung von Hochlagenaufforstungen mit extrem hohen Stammzahlen bietet aus hydrologischer Sicht nur in den ersten Jahren Vorteile. Der positive Effekt des früheren Bestandesschlusses auf den Gebietsabfluss wird bereits nach wenigen Jahren durch verstärkte Konkurrenz, ungünstige Stammformen (hohe h/d-Werte) und hohen Pflegeaufwand mehr als egalisiert (KRONFUSS 1985).

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. H. Kronfuß
 Forstliche Bundesversuchsanstalt
 Institut für Lawinen- und
 Wildbachforschung
 fbva.aiatr@magnet.at

2.4.4.2. Modelle

- **Simulationsmodell zum Adoptionspotential österreichischer Wälder unter Klimaveränderungsszenarien:** Das Modell untersucht die Veränderung der Baumartenzusammensetzung bei Klimaerwärmung (LEXER et al. 1999). Aufgrund der hohen räumlichen Auflösung der in das Modell einfließenden Standortsinformationen und einem Downscaling-Modell für die klimatischen Daten sind Aussagen auf lokaler Ebene möglich. Da die Klimaveränderungsszenarien, nicht wie bisher üblich von einem steady state ausgehen, sondern mittels eines Klimamodells dynamisch angepasst werden, können punktgenau mögliche forstliche (waldbauliche) Strategien aus dem Modell abgeleitet werden und etwa in konkrete Flächenpläne eingebunden werden. Gerade in ökologisch sensiblen Hochlagen könnten mittels dieses Modells mögliche Veränderungen der Baumartenzusammensetzung frühzeitig erkannt und rechtzeitig gegengesteuert werden.
- **Modell zur Entwicklung der Baumartenzusammensetzung unter sich ändernden Umweltbedingungen (Simulationsmodell Picus; LEXER & HÖNNINGER 1996):** Weiterführung der computergestützten Simulation von Waldentwicklungen durch Modifizierung und Parametrisierung. Das Modell leitet die potentielle natürliche Waldgesellschaft von Einzelstandorten mit Hilfe standorts-, vegetations- und klimakundlicher Daten ab. Die potentielle natürliche Waldgesellschaft (nach TUXEN 1956) dient als Planungs- und Beurteilungsinstrument in der Landschaftsplanung und Naturraumbewertung und ist eine wichtige Orientierungshilfe zu Baumartenwahl und Verjüngungsplanung im Waldbau. Mit Hilfe des Simulationsmodells kann die Entwicklung der Baumartenzusammensetzung am Standort auf Bestandesebene (ca. 0,5 ha) über die Zeit simuliert und dargestellt werden.

Ansprechpartner: Dr. M. Lexer
 Universität für Bodenkultur
 Institut für Waldbau
 Lexer@edv1.boku.at

Forschungsbedarf

- Etablierung eines repräsentativen Messnetzes in Einzugsgebieten zur kontinuierlichen Erfassung von Abflussprozessen
- Instrumentierung ausgewählter Lawinenstriche zur Dokumentation der Eigenschaften abgehender Lawinen
- Kontinuierliche telemetrische Erfassung von Veränderungen der Schneehöhen
- Standardisierte Dokumentation von Naturkatastrophen (Lawinen, Wildbäche u.a.)
- Entwicklung von Konzepten für ein flächendeckendes, nachvollziehbares und dynamisiertes Risikomanagement im Rahmen der Gefahrenzonenplanung
- Risikoanalytische Erhebungen über das Potential von Naturgefahren (vor allem Lawinen) in allen relevanten Waldgesellschaften, insbesondere in der subalpinen Stufe
- Verfeinerung der Karten über potentielle Lawinenanbruchflächen in Gebirgswäldern
- Erweiterung des Kenntnisstandes über die Mindesterfordernisse waldbaulicher Maßnahmen zur nachhaltigen Sicherung der Schutzfunktion unter Bezug auf die Waldgesellschaften
- Evaluierung der Effektivität und Effizienz von bestehenden Hochlagenaufforstungen
- Dokumentation des natürlichen Verjüngungspotentials in Hochlagen
- Bewertung der Waldwirkungen in Abhängigkeit von der waldbaulichen Behandlung (monetäre Bewertung der Waldwirkung)
- Erholungswaldbau in Tourismusregionen im Zusammenhang mit Schutzwaldproblemen

Literatur

FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (1961): *Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe zum Zwecke der Hochlagenaufforstung*. Eine Gemeinschaftsarbeit der Forschungsstelle für Lawinenvorbeugung Innsbruck, Teil I. Mitt. d. Forstl. BVA 59.

FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (1963): *Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe zum Zwecke der Hochlagenaufforstung*. Eine Gemeinschaftsarbeit der Forschungsstelle für Lawinenvorbeugung Innsbruck, Teil II. Mitt. d. Forstl. BVA 60.

HERMAN F. & SMIDT S. (1995): *Ökosystemare Studien im Kalkalpin*. Bewertung der Belastung von Gebirgswäldern. Schwerpunkt Rhizosphäre. FBVA-Berichte 87.

HOLLER P. (1998): *Tentative investigations on surface hoar in mountain forests*. Annals of Glaciology 26, 31-34.

- HÖLLER P. (1999): *Über die Entwicklung und Beeinflussbarkeit lawinenökologischer Faktoren in einem subalpinen sommertiefen Lärchenbestand*. Dissertation Universität für Bodenkultur.
- ILLMER D. (1999): *Simulation von 6 Katastrophenlawinen mit dem Lawinenprogramm ELBA*, Diplomarbeit, Univ. für Bodenkultur Wien.
- JELEM H. & KILIAN W. (1966): *Standortserkundung und Waldbaugrundlagen Murauer Nockberge, Revier Paal, als Beispiel für inneralpine Nadelwälder*. Schriftenreihe Inst. Standort 20, 1-93.
- KIRNBAUER R., STEIDL R. & HAAS P. (1994): *Abflussmechanismen, Beobachtung und Modellierung, Abschlussbericht 1993*, Eigenverlag des Instituts für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, Technische Universität Wien.
- KLEEMAYR K. (1996): *Schneemechanische Untersuchungen in den Randalpen Niederösterreichs*. Dissertation Universität für Bodenkultur Wien.
- KOHL B. (2000): *Vegetation als Indikator für die Abflussbildung*; Beitrag Symposium Interpraevent; Villach, Mai 2000, in Vorbereitung.
- KOHL B., M. FUCHS & G. MARKART (2000): *Heavy rain on snow cover*. Annals of Glaciology, in press.
- KRONFUB H. (1985): *Die Zuwachsleistung einer Hochlagenaufforstung mit Zirbe (Pinus cembra L.) auf einem Südhang in Abhängigkeit von der Seehöhe*; IUFRO Meeting and Study Tour – Mountain Forests, Snow and Avalanches; September 16 – 21, Switzerland, Italy, Austria; 47 – 71.
- LEXER M. & HÖNNINGER K. (1996): *Institut für Waldbau*, Univ. f. Bodenkultur, Projektsbericht.
- LEXER M., HÖNNINGER K. & ENGLISCH M. (1999): *Schätzung von chemischen Bodenparametern für Waldstandorte am Beispiel der Österreichischen Waldinventur*. Forstw. Cbl. 118, 212-227.
- LUZIAN R. (1998): *Die Lawinen-Schadensereignisse in Österreich in der Periode von 1967/68 bis 1992/93*. Diplomarbeit Universität Innsbruck.
- MARGL H. (1973): *Waldgesellschaften und Krummholz auf Dolomit*. Angewandte Pflanzensoziologie 21, 1-51.
- MARKART G. (1999): *Zum Wasserhaushalt von Hochlagenaufforstungen – am Beispiel der Aufforstung von Hagen bei St. Sigmund in Sellrain*. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.
- MARKART G. & KOHL B. (1995): *Starkregensimulation und bodenphysikalische Kennwerte als Grundlage der Abschätzung von Abfluss- und Infiltrationseigenschaften alpiner Boden-/Vegetationseinheiten*. Ergebnisse der Beregnungsversuche im Mustereinzugsgebiet Löhnersbach bei Saalbach in Salzburg. FBVA-Berichte Nr. 89.
- MOLLER F. (1977): *Waldgesellschaften und Standorte des Sengsengebirges und der Mollner Voralpen*. Mitt. der Forstl. BVA 121.
- RAMMER L. (1999): *SAME WP2 (Lawinendetektions- und Warnsysteme) Abschnitt 4: Allgemeine technische Richtlinien*. Im Druck.
- SAMPL P., ZWINGER TH. & SCHAFFHAUSER H. (2000): *SAMOS – The Austrian Snow Avalanche Model, Theory and Applications*. In: Rock Engineering. In print.
- SCHAFFHAUSER H. (1999): *Avalanche Regional Report Austria. In: Concerted Action on Forecasting Prevention of Landslide and Avalanches; Landlache Risks, European Commission Directorate General XII Environment and Climate. Austrian Contribution*.
- SCHAFFHAUSER H., SAUERMOSER S. (1998): *Practical experience with the Austrian powder avalanche simulation model in hazard zoning*. In: 25 Years of Snow and Avalanche Research, VOSS 12-16 May 1998, 229-233, NGI, Oslo 1998.
- VOLK G. & KLEEMAYR K. (1999): *ELBA – ein GIS-gekoppeltes Lawinensimulationsmodell. Anwendungen und Perspektiven*, Tagungsband Workshop „Schnee-Wald Aktuelle Ergebnisse“, 10. Juni 1999, Universität für Bodenkultur, 1-13.
- ZUKRIGL, K. 1973: *Montane und subalpine Waldgesellschaften am Alpenostrand*. Mitt. der Forstl. BVA 101.

2.5 Verbesserung der ökologischen Stabilität und die Einschränkungen unkontrollierter künstlicher Eingriffe in Bergwaldumgebungen

2.5.1 Gesetzliche Regelungen

Als ordnungspolitische Rahmenbedingungen zur Verbesserung der ökologischen Stabilität sind gesetzliche Regulierungen vorgegeben. So kann nach §100 FG 1975 die Behörde im Schutzwald, in Einzugsgebieten von Wildbächen oder Lawinen zahlreiche Maßnahmen und Unterlassungen unter bestimmten Bedingungen vorschreiben, z.B. die Verwendung von geeignetem forstlichen Vermehrungsgut, grossräumige Maßnahmen (Bannlegungen, örtlich begrenzte Fällungen), Bewilligungsbindung von Fällungen, Bewirtschaftungsübertragung an die Dienststelle nach §102 Abs.1 lit b. Weiters können Vorbeugungsmaßnahmen bei Verschlechterungen des Zustandes im Einzugsgebiet eines Wildbaches oder einer Lawine oder wenn solche bereits im Zug sind, nach §101 Forstgesetz 1975 festzustellen sein. Laut Kommentar zum Forstgesetz 1975 (Durchführung von Vorbeugungsmaßnahmen) wirken hier Wildbachverbauungsgesetz, Wasserrechtsgesetz, Wasserbautenförderungsgesetz und Forstgesetz zusammen. Bei großräumigen Waldzustandsverschlechterungen in Einzugsgebieten (außer Einzugsgebieten der Wildbach- und Lawinenverbauung) sieht das Forstgesetz die Rechtsinstrumente der Schutzwaldsanierung (§24) und der Bannlegung (§28 ff) vor. Die Aufforstung in Hochlagen ist auch im Rahmen der forstlichen Förderung (§142 [2]) angesprochen. Weitere Hinweise zur ökologischen Stabilität und

Unterlassungen unkontrollierter künstlicher Eingriffe sind §25 (Kampfzone des Waldes), §21ff Definition von Schutzwald und Maßnahmen im Schutzwald, §27ff Definition von Bannwald und Maßnahmen im Bannwald zu entnehmen.

Die Verordnung über die Gefahrenzonenpläne (1976; BGBl. 436/176) erlaubt die Ausweisung von Vorbehaltsbereichen, die „für die Durchführung von technischen oder forstlich-biologischen Maßnahmen der Dienststellen sowie für die Aufrechterhaltung der Funktionen dieser Maßnahmen benötigt werden oder zur Sicherstellung einer Schutzfunktion oder eines Verbauungserfolges einer besonderen Art der Bewirtschaftung bedürfen.“

2.5.2 Nutzwertanalyse

Die Bewertung von technischen und biologischen Maßnahmen in Hinblick auf die Ziele eines Schutzbewerbs ist meist schwierig. Einer Vielzahl von technischen, ökologischen und sozioökonomischen Zielen stehen verschiedenste mögliche Handlungsvarianten gegenüber. In Zeiten zunehmender Emanzipation der betroffenen Bürger müssen Entscheidungsprozesse einheitlich und nachvollziehbar gestaltet werden. Ein Werkzeug hiefür ist die Methode des Analytic Hierarchy Process. Mittels paarweisem Variantenvergleich wird dabei der Nutzwert unterschiedlicher Maßnahmen für den Zielvektor nachvollziehbar bewertet. Ein solches Bewertungssystem ist derzeit in Oberösterreich beim forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung im Einsatz.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. A. Schabl
Universität für Bodenkultur
Geoinformationswesen
anton.schabl@schabl.at

2.5.3 Forstlich-biologische Maßnahmen der Katastrophenprävention

Die Schutzwirkung des Waldes im alpinen Raum ist unbestritten. Im Gegensatz zu technischen Maßnahmen hat der Schutzwald auch ein gewisses Potential der Selbstregeneration. Schutzwaldpflege, die diese Selbsterneuerung unterstützt, hat wirtschaftliche Vorteile. PITTERLE (1990) und OBERSTEINER (1999) geben die Kosten für die Pflege eines Hektar Schutzwaldes mit etwa 400 - 800 Euro an. Die Sanierung eines infolge Überlastung labil gewordenen Schutzwaldes beläuft sich auf 4.000 - 8.000 Euro, eine Aufforstungsmaßnahme auf einer Freifläche in Hochlagen ist mit 40.000 - 80.000 Euro (max. 400.000 Euro) zu veranschlagen.

Ansprechpartner: Univ. Prof. Dr. A. Pitterle
Institut für Waldbau
Universität für Bodenkultur
pit@edvl.boku.ac.at

Erhaltung der genetischen Vielfalt der heimischen Baum- und Straucharten

Die Ausgangssituation für die Erhaltung forstgenetischer Ressourcen im Alpenraum kann im Vergleich zu vielen anderen europäischen Gebieten noch als relativ günstig angesehen werden. Für die Sicherung der Weitergabe und Weiterentwicklung der genetischen Information unter Einbeziehung ständig ablaufender Selektionsprozesse, werden Maßnahmen *in situ* bevorzugt.

Es wurde daher im Rahmen des Projektes „Beiträge zur Erhaltung der genetischen Vielfalt“ der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (MÜLLER 1996, MÜLLER & SCHULTZE 1998) für die Sicherung der genetischen Nachhaltigkeit mit der Errichtung eines Netzwerks von Generhaltungswäldern begonnen, das die natürlichen Waldgesellschaften repräsentiert. Es wird dabei angenommen, dass die derzeitigen geographischen Verteilungsmuster genetischer Strukturen der einzelnen Baumarten durch Verteilung der Generhaltungswälder auf ökologisch und pflanzensoziologisch definierte Standorte ausreichend erfasst werden.

Die waldbauliche Behandlung der Generhaltungswälder strebt unter anderem Naturverjüngung in langen Verjüngungszeiträumen mit kontinuierlicher Verjüngung in überlappenden Generationen und die Förderung natürlicher Selbstdifferenzierungsprozesse an (MÜLLER 1996, MÜLLER & SCHULTZE 1998).

Zusätzliche *ex situ* - Maßnahmen sind notwendig, wenn die Weitergabe genetischer Information wegen geringer Arealgröße, Seltenheit des Vorkommens oder aus anderen Gründen mit Unsicherheit belastet ist. Diese bestehen in der Errichtung von Klonarchiven und Erhaltungssamenplantagen und / oder in der Langzeitlagerung von Saatgut. Für die Erhaltung von Restvorkommen gefährdeter Ulmenarten wurde ein Sonderprogramm eingerichtet.

Ansprechpartner: Dr. F. Müller
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldbau
Ferdinand.Mueller@fbva.bmlf.gv.at

Ingenieurbiologische Maßnahmen

Seit mehreren Jahren werden an der Universität für Bodenkultur Untersuchungen über die Wirksamkeit von Ufergehölzen an Wildbächen durchgeführt. Ziel

ist es, ein umfangreiches Grundlagenwissen über die Eigenschaften von Ufergehölzen im Zusammenhang mit Erosionsprozessen an Wildbächen zu bekommen. Dazu wurden von vielen verschiedenen Gehölzen Auszugswiderstände gemessen und Untersuchungen über die Elastizitätseigenschaften (E-Modul, Biegesteifigkeit, Bruchmoment, Durchbiegung) durchgeführt. Mit diesen Untersuchungen können Empfehlungen für die Eignung und Pflege von verschiedenen Gehölzen zur Ufersicherung angegeben werden. Außerdem werden verschiedene Begrünungsmethoden zur Stabilisierung von Erosionszonen über der Waldgrenze untersucht. Ziel ist es herauszufinden, welche Ansaatmethoden sich am besten als Erosionsschutz eignen und darüber hinaus auch noch einfach in den exponierten Höhenlagen auszuführen sind. Erste Ergebnisse zeigen, dass sich Ansaaten mit Mulchdecken (Heu, Stroh) und Klebern am besten eignen. Hydrosaaten und Deckfruchtsaaten dagegen eignen sich nur schlecht.

Ansprechpartner: Dr. Ch. Gerstgrasser
Arbeitsbereich Ingenieurbiologie und
Landschaftsbau
Universität für Bodenkultur
gerstgra@edv1.boku.ac.at

Waldbauliche Maßnahmen

Die Maßnahmen wurden bereits im Abschnitt 2.4.4. angeführt.

Literatur

- MÜLLER F. (1996): *Ausscheidung und waldbauliche Behandlung von Genreservaten in Österreich*, in: Müller-Starck, G. (Hrsg.): Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft/Forum Genetik – Wald – Forstwirtschaft, Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg, 330-340.
- MÜLLER F. & SCHULTZE U. (1998): *Das österreichische Programm zur Erhaltung forstgenetischer Ressourcen*, in: Geburek Th. & Heinze B. (Hrsg.): Erhaltung genetischer Ressourcen im Wald, Ecomed Verlagsgesellschaft Landsberg: 120-135.
- PITTERLE, A. (1990): *Forstliche Integralplanung in Österreich als Grundlage geordneter, zukunftsorientierter Forstwirtschaft im Gebirge*, BOKU Raumplanung Reihe „extracts“, Nr. 24
- SCHABL A. & OBERSTEINER E. (1999): *Bewertung von Projekten zur Verbesserung der Schutzwirkung des Waldes auf der Basis eines nutzwertanalytischen Ansatzes*. Abschlussbericht, BMLF, unveröffentlicht.

Forschungsbedarf

- Untersuchung der Haltbarkeit von technischen Maßnahmen
- Evaluierung des Erfolges von Hochlagen-Aufforstungsprojekten zur Erfüllung der Schutzfunktion
- Kosten – Nutzen – Bilanzierung von technischen und forstlich-biologischen Maßnahmen zur Katastrophenprävention
- Beeinflussung der genetischen Strukturen durch waldbauliche Maßnahmen

2.6 Entwicklung ergänzender Finanzierungskonzepte, wo die Einkünfte aus der Forstwirtschaft nicht ausreichen um die Kosten des Waldbaus zu decken

Auf der Grundlage des Bergwaldprotokolls der Alpenkonvention wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft ein Modell entwickelt (SCHEIRING 1995, 1998), das eine „Inwertsetzung“ hoher landeskultureller Leistungen dort vorsieht, wo diese in den Waldentwicklungsplänen gefordert werden. Die Umsetzung soll durch eine Flächenprämie erfolgen. Dieses Modell unterscheidet sich sehr deutlich von der Forderung der Resolution S4 Punkt 6, weil es keine „Subvention“, sondern eine angemessene Entlohnung für eine erbrachte (und verlangte) Leistung vorsieht (SCHEIRING 1995, 1997). Mit der Abgeltung für erbrachte hohe Leistungen wird die Verpflichtung des Waldeigentümers zur kostenlosen Bereitstellung einer „ökologischen Grundleistung“ keinesfalls zur Disposition gestellt. Die Entwicklung von Konzepten zur Abgeltung landeskultureller Leistungen am Institut für Hochgebirgsforschung und für alpenländische Land- und Forstwirtschaft an der Universität Innsbruck stellt eine Weiterentwicklung des Bergwaldprotokolls der Alpenkonvention dar.

Bisher wurden die unten angeführten Projekte im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft abgeschlossen oder stehen in Arbeit.

2.6.1 Sicherstellung und Verbesserung landeskultureller Leistungen des Bergwaldes auf der Grundlage des Bergwaldprotokolls zur Alpenkonvention (1996)

Unter landeskulturellen Leistungen werden Beiträge der Waldwirtschaft zum Schutz vor Naturgefahren, zur Erhaltung von Wohlfahrtswirkungen, zur Siche-

lung der menschlichen Erholung und zum Naturschutz verstanden. Dieses Projekt begründet die Abgeltung der von der Waldwirtschaft erbrachten landeskulturellen Leistungen, soferne diese das Ausmaß einer „landeskulturellen Grundleistung“ überschreiten. Grundlage für die Abgeltung ist der in den Waldfunktionenplänen dargestellte Bedarf nach diesen Leistungen. Die bisher „im Kielwasser“ der Holzproduktion erwartete kostenlose Inanspruchnahme dieser Leistungen widerspricht dem Grundsatz der Kostenwahrheit und gefährdet auch ihre unterbrechungsfreie Bereitstellung. Das Projekt zeigt, dass diese Abgeltung forstpolitisch, aber auch volkswirtschaftlich notwendig ist, sollen diese für ein Gebirgsland unverzichtbaren Leistungen nachhaltig und in einem ausreichenden Umfang sichergestellt werden.

2.6.2 Landeskulturelle Leistungen des Bergwaldes - Nachweise für deren Wirksamkeit, Leitbilder und forstpolitische Begründungen für ihre Abgeltung (1998)

Für die Umsetzung einer leistungsorientierten Abgeltung hoher landeskultureller Leistungen und für die Argumentation bei EU und WTO (World Trading Organization) sind Belege dafür notwendig, dass Wälder diese behaupteten landeskulturellen Leistungen tatsächlich auch erbringen können. Dafür sind Leitbilder für optimal aufgebaute Waldbestände erforderlich, an denen diese Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden kann. Die in diesem Projekt aus der Literatur entwickelten Leitbilder dienen aber auch einer flexiblen und vereinfachten Planung von Waldverbesserungsmaßnahmen.

Die forstpolitisch wichtigste Aufgabe dieses Projektes aber ist der Vergleich zwischen den Bestimmungen des Forstgesetzes 1975 und jenen Verpflichtungen, die der Waldeigentümer hat, um solche „Leitbildbestände“ zu begründen und zu erhalten. Ist die Erfüllung hoher landeskultureller Leistungen auf der Grundlage des Forstgesetzes 1975 möglich, oder sind dafür weitergehende Leistungen des Waldeigentümers notwendig?

Im Bergwaldprotokoll Artikel 11 (2) heißt es: „Werden von der Bergwaldwirtschaft Leistungen beansprucht, die über bestehende gesetzliche Verpflichtungen hinausgehen und wird deren Notwendigkeit in Projekten begründet, dann hat der Waldeigentümer Anspruch auf eine angemessene und leistungsbezogene Abgeltung“. Der in diesem Projekt durchgeführte Vergleich zeigt, dass hohe landeskulturelle Leistungen nur mit einem, den

Auftrag des Forstgesetzes 1975 übersteigenden Aufwand nachhaltig zu erbringen sind (SCHEIRING 1998).

2.6.3 Untersuchungen zur Bedeutung von Nutzungs- und Pflegeeingriffen zur Aufrechterhaltung der landeskulturellen Leistungen von Bergwaldbeständen im Alpenraum (2000)

Das Projekt wird im Jahr 2000 abgeschlossen, es soll folgende Fragen beantworten:

- Können die Waldbestände des Untersuchungsbereiches in ihrem derzeitigen Zustand hohe landeskulturelle Leistungen nachhaltig und unterbrechungsfrei erbringen?
- Setzt eine ausreichende Erfüllungsfähigkeit forstliche Maßnahmen voraus?
- Welche Ursachen gibt es für allfällige Leistungsdefizite?
- Welche forstliche Mindestmaßnahmen reichen allenfalls für die Sicherstellung dieses Leistungsan spruches aus?

Während in der Forstwirtschaft die Darstellung des aktuellen Holznutzungspotentials eines Waldbestandes seit langem Stand der Technik ist, fehlten bisher ähnliche Indikatoren für die Darstellung der landeskulturellen Leistungspotentiale. Für dieses Projekt wurden daher in Anlehnung an das Projekts „Landeskulturelle Leistungen des Bergwaldes, Nachweise für deren Wirksamkeit, Leitbilder und forstpolitische Begründungen für deren Abgeltung“ (SCHEIRING 1997, 1999, 2000) Modelle für „Leistungsziffern“ konstruiert, die über insgesamt 8 Parameter (Indikatoren) die landeskulturelle Erfüllungsfähigkeit eines Waldbestandes ausdrücken können. Die aktuelle Leistungsfähigkeit (Ist-Zustand) wird dabei in Relation zu einem Soll-Zustand gemessen, der aus Leitbildern ermittelt wird. Diese Leistungsziffer drückt die landeskulturelle Leistungsfähigkeit in einer 6-stufigen Skala aus (Notensystem).

In dieses Bewertungssystem werden die Bestandesdaten aus den Jahren 1986 und 1996 eingegeben und damit die aktuelle Leistungsfähigkeit der einzelnen Bestände für die Teilbereiche „Schutz vor Naturgefahren“, Naturschutz“ und „Erholung“ bewertet. Der Vergleich der Leistungsziffern 1986 mit 1996 zeigt die Entwicklungsdynamik innerhalb des vergangenen Jahrzehntes (Trendanalyse).

Die ermittelten Leistungsziffern wurden mit den Parametern Geländeneigung, Exposition, Bestandesbonität, Naturnähe, Verbissbelastung, Intensität der

forstlichen Tätigkeit und Erschließungsgrad in Beziehung gesetzt. Zusammenhänge zwischen Leistungsfähigkeit und diesen Parametern können damit untersucht werden, Rückschlüsse auf die Ursachen allfälliger Leistungsdefizite werden möglich.

Als weiterer Beitrag zur Ursachenforschung der aktuellen Leistungsfähigkeit werden die Entwicklung einzelner ausgewählter Bestände an Hand der Operate der Österreichischen Bundesforste 1996 und der Luftbilder 1953 und 1993 dargestellt. Damit kann gezeigt werden, wie sich unter den im Operat bzw. im Gedenkbuch beschriebenen Rahmenbedingungen Waldbestände weiterentwickelt bzw. verjüngt haben.

Ansprechpartner: Univ. Prof. Dr. H. Scheiring,
Institut für Hochgebirgsforschung und für
alpenländische Land- und Forstwirtschaft
an der Universität Innsbruck
herbert.scheiring@uibk.ac.at

2.6.4 Waldleistungspotentiale

FOMUMIIS (Forest Multiple Use Measurable Indicator Identification System) ist ein wissenschaftlich nachvollziehbares Verfahren für Wälder (Ökosysteme) und potentielle Waldflächen, das auf Basis quantitativ messbarer Eigenschaften und Qualitäten der wesentlichsten Elemente aus den vier Systemen „Menschliche Gesellschaft“, „Standort“, „Prozess“ und „Wald“ ortsgerecht die Ermittlung zahlreicher und für politische wie fachliche Entscheidungsträger wesentliche Informationen ermöglicht:

- ▶ Nachhaltige und multifunktionale Waldleistungs-/ Nutzungspotentiale (SOLL)
- ▶ Quantitative Definition der standörtlich erforderlichen Waldfunktionen
- ▶ Ökosystemare Tragfähigkeitsgrenzen unterschiedlicher Wald-Nutzungsformen
- ▶ Aktuelle Nutzungsgrade der Wälder (IST)
- ▶ Nicht ausgeschöpfte Nutzungsmöglichkeiten der Wälder
- ▶ Übernutzungen der Wälder
- ▶ Quantitative Definition multifunktional optimierter Zielbestände
- ▶ Nachvollzieh- und messbare Waldbau-Konzepte
- ▶ Lückenlose Begründbarkeit waldwirtschaftlich nachhaltiger Handlungsnotwendigkeiten und Entscheidungen
- ▶ Messbare Erfolgskontrolle ökologischer, sozio-ökonomischer, technischer und (forst)politischer Entscheidungen.

Aus der Interessensanalyse der Gesellschaft ergeben sich standortsabhängig die bereits im Forstgesetz 1975

vorgegebenen Waldfunktionen (Wohlfahrtswirkungen, Schutzleistungen, Erholungsbereitstellung und Holzproduktion) mit im Detail jedoch 20 unterschiedlich funktionellen Einheiten, in denen jeweils auch der Naturschutzaspekt berücksichtigt wird. Basierend auf 174 erarbeiteten, komplex vernetzten Wirkungs- bzw. Prozess-Modulen können im Rahmen einer „Partiellen Waldökosystem-Analyse“ die Einflussmöglichkeiten des Waldökosystems auf die unterschiedlichen Prozessabläufe (als Ergebnis der Prozess-Analysen) ermittelt werden. Kernpunkt stellen die standörtlich definierten, lokalen Waldleistungspotentiale mit monofunktional wirkungsmaximalen bzw. –optimalen oder multifunktional wirkungsoptimierten Zielbeständen dar, denen der tatsächliche Erfüllungsgrad aktueller Bestände gegenübergestellt werden kann. Auf diese nachvollzieh- und messbaren Ergebnisse kann nachfolgend ein ebenso quantifizierbares waldbauliches Bewirtschaftungskonzept aufsetzen, das damit auch allen Kriterien einer qualitätssichernden Zertifizierung gerecht wird.

Die FOMUMIIS – Methode wurde von den Autoren in den Jahren 1995 bis 2000 an der Abteilung für „Integral Angewandte Gebirgswaldforschung“ am Umwelt- und Innovationszentrum (UIZ) Judenburg (= Außeninstitut des Waldbau-Institutes der Universität für Bodenkultur Wien) entwickelt, befindet sich bereits seit 1999 (mit Abschluss 2000) für alle Schutzfunktionen im Paznauntal, Tirol in flächendeckender Anwendung und wird versuchsweise zusätzlich zur bisherigen Aufnahmemethodik im Rahmen der Schutzwaldinventur 2000 durchgeführt.

Ansprechpartner: Univ. Prof. Dr. A. Pitterle,
Institut für Waldbau
Universität für Bodenkultur Wien
pit@edv1.boku.ac.at

2.6.5 Waldökopunktesystem

Das Waldökopunktesystem, welches von der Landesforstdirektion Niederösterreich gemeinsam mit der Forstlichen Bundesversuchsanstalt entwickelt wurde, stellt einen Versuch dar, den Aufwand für eine besonders naturschonende und ökologisch orientierte Waldbewirtschaftung durch ein neuartiges Förderungsmodell abzugelenken. Es soll besondere Leistungen, aber auch Unterlassungen, welche die Erhaltung oder Wiederherstellung ökologisch stabiler, naturnaher Wälder begünstigen, etwa in dem Maße zu fördern, in dem geringere Erlöse gegenüber betriebswirtschaftlich kurzfristig optimalen Varianten auftreten.

Im Gegensatz zu bisherigen Förderungsmodellen bedient sich das Waldökopunktesystem immer des aktuellen Zustandes eines Waldbestandes als messbares (oder bewertbares) Resultat bisheriger Maßnahmen. Das Modell will naturnahe, gut strukturierte Wälder mit hoher Anpassungsfähigkeit fördern. Die von der Gesellschaft in Anspruch genommenen Waldleistungen werden durch Multiplikation der Waldökopunkte mit einem aus dem Waldentwicklungsplan und dem Bewaldungsprozent abgeleiteten Faktor berücksichtigt (FRANK 1996, FRANK & HINTERLEITNER 1995, 1996; HINTERLEITNER & FRANK 1996).

Ansprechpartner: Dr. G. Frank
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Waldbau
Georg.Frank@fbva.bmlf.gv.at

Literatur

- FRANK G. (1996): *Das Niederösterreichische Waldökopunktesystem. Der methodische Ansatz.* AFZ/Der Wald 1/1996, 2-5.
- FRANK G. & HINTERLEITNER F. (1995): *Das Waldökopunktesystem. Ein Modell zur Förderung naturnaher Waldwirtschaft.* ÖFZ 11/1995.
- HINTERLEITNER F. & FRANK G. (1996): *Das niederösterreichische Waldökopunktesystem. Erprobung in der Praxis.* AFZ/Der Wald 1/1996, 2-5.
- SCHEIRING H. (1995): *Financial Incentives and Compensation Payments for Non-Wood Benefits of Forests* (Vortrag zweite Arbeitssitzung der Arbeitsgruppe COST- E3.3 „Research into the Role of Forests in Protecting Mountainous Rural Areas“).
- SCHEIRING H. (1997): *Von der sektoralen forstlichen Förderung zu integralen und raumbezogenen Abgeltungskonzepten.* Österr. Forstzeitung Nr. 2.
- SCHEIRING H. (1998): *Landeskulturelle Leistungen des Bergwaldes* - Nachweise für deren Wirksamkeit, Leitbilder und forstpolitische Begründungen für ihre Abgeltung; in: Projekt des österreichischen Landwirtschaftsministeriums.
- SCHEIRING H. (1999): *Der Wald in den Alpen und seine Leistungen im gesellschaftlichen Kräftelefeld der Zukunft.* Forstw. CBL. 118.
- SCHEIRING H. (2000): *Landeskulturelle Leistungen - ein neues, nachgefragtes Produkt der Bergwaldwirtschaft,* Blackwell-Verlag, im Druck.

Forschungsbedarf

- Ausarbeitung von exakten Normen zur Bewertung der Waldleistungen
- Bundesweite Erfassung der Waldleistungspotentiale und deren Erfüllungsgrad
- Erarbeitung von Grundlagen für die Abgeltung von überwirtschaftlichen Leistungen des Waldes

3 Forderungen für eine harmonisierte europäische Vorgangsweise zur Sicherung der Nachhaltigkeit

Eine veränderten Umweltfaktoren Rechnung tragende Bewirtschaftung von Gebirgswäldern macht in bestimmten Bereichen eine harmonisierte Vorgangsweise der S4-Signatarstaaten erforderlich. Ziel ist die Erstellung eines international abgestimmten Strategiepapiers für die künftige Nutzung der Gebirgswälder, welche durch Anwendung international harmonisierter Handlungsanweisungen (*European Mountain Forest Action Plan - EMFAP*) zu erreichen ist. Angesichts der vielfältigen Situationen und nationalen Interessen im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung von Bergwäldern zielt der EMFAP auf eine Maximierung von zum Teil ergänzenden Maßnahmen, indem Lösungen zu grenzüberschreitenden Problemen ausgearbeitet werden und die *Pan-European Operational Guidelines for Sustainable Forest Management* konkretisiert werden.

Im Einzelnen wird angeregt:

- Anwendung von standardisierter Verfahren (siehe Resolution L2) zur Evaluierung der Nachhaltigkeit im Gebirgswald anhand von geeigneten Kriterien und Indikatoren,
- Methodenabstimmung
 - zur grenzüberschreitenden Risikoabschätzung von Naturgefahren,
 - zur Bestimmung geographischer Einheiten (z.B. Wuchsgebiete, klimatische Höhenstufen),
 - zur Herstellung von grenzüberschreitenden, ökologischen Kartendarstellungen,
- Methodenentwicklung auf national festgelegten Versuchsflächen zur Evaluierung der Nachhaltswirtschaft, insbesondere durch Austestung von neuen geeigneten Kriterien und Indikatoren,
- grenzüberschreitende Sicherung der für den Gebirgswald notwendigen genetischen Eigenschaften des forstlichen Saat- und Pflanzgutes,
- internationale Vernetzung von Datenbanken zur Bewertung der ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Situation der Bergwälder, in neu zu schaffenden thematischen Arbeitsgruppen sollten – koordiniert durch den Internationalen S4-Koordinator – Problemlösungen erarbeitet und konkrete Handlungsanweisungen (*Technical Guidelines*) erstellt werden.

Diese Forderungen werden nur dann als erreichbar angesehen, wenn institutionelle Voraussetzungen innerhalb der Signatarstaaten geschaffen werden. Die ungenügende Implementierung verschiedener Resolutionen oder Follow-up-Beschlüsse zeigen, dass hierzu eine politische Willenserklärung ungenügend ist. Daher wird der Vorschlag des EOMF unterstützt, eine in Anlehnung an die Resolution S2 (European Forest Genetic Resources Programme - EUFORGEN) Institutionalisierung vorzunehmen. Hierzu sollte das European Observatory of Mountain Forests das Aktionsprogramm koordinieren und in einzelnen thematisch ausgerichteten Netzwerken (Arbeitsgruppen) Lösungen erarbeitet werden. Der finanzielle Beitrag einzelner Länder sollte aufgrund der UN-Bemessungseinstufung erfolgen und die Teilnahme an verschiedenen Arbeitsgruppen aufgrund ihres

Beitrages beschränkt werden. Der nationale S4-Koordinator ist Mitglied des zu schaffenden Steering Committee, welches als Organ die internationale Koordinierung überwacht und die politischen Rahmenbedingungen festlegt. Aufgabe des nationalen Koordinator ist es u.a. die Benennung der an den einzelnen Arbeitsgruppen teilnehmenden Personen.

Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass die S4-Implementierung in Abstimmung der Umsetzung andere Forstministerbeschlüsse sowie mit anderen international bzw. nationalem Prozesse abgestimmt erfolgt. So sind von den Forstministerbeschlüssen insbesondere H1 (*General Guidelines for the sustainable Management of Forests in Europe*) und H4 (*Strategies for a Process of Long-term Adaptation of Forest in Europe to Climate Change*) relevant, sowie Aktivitäten auf international institutioneller Ebene.

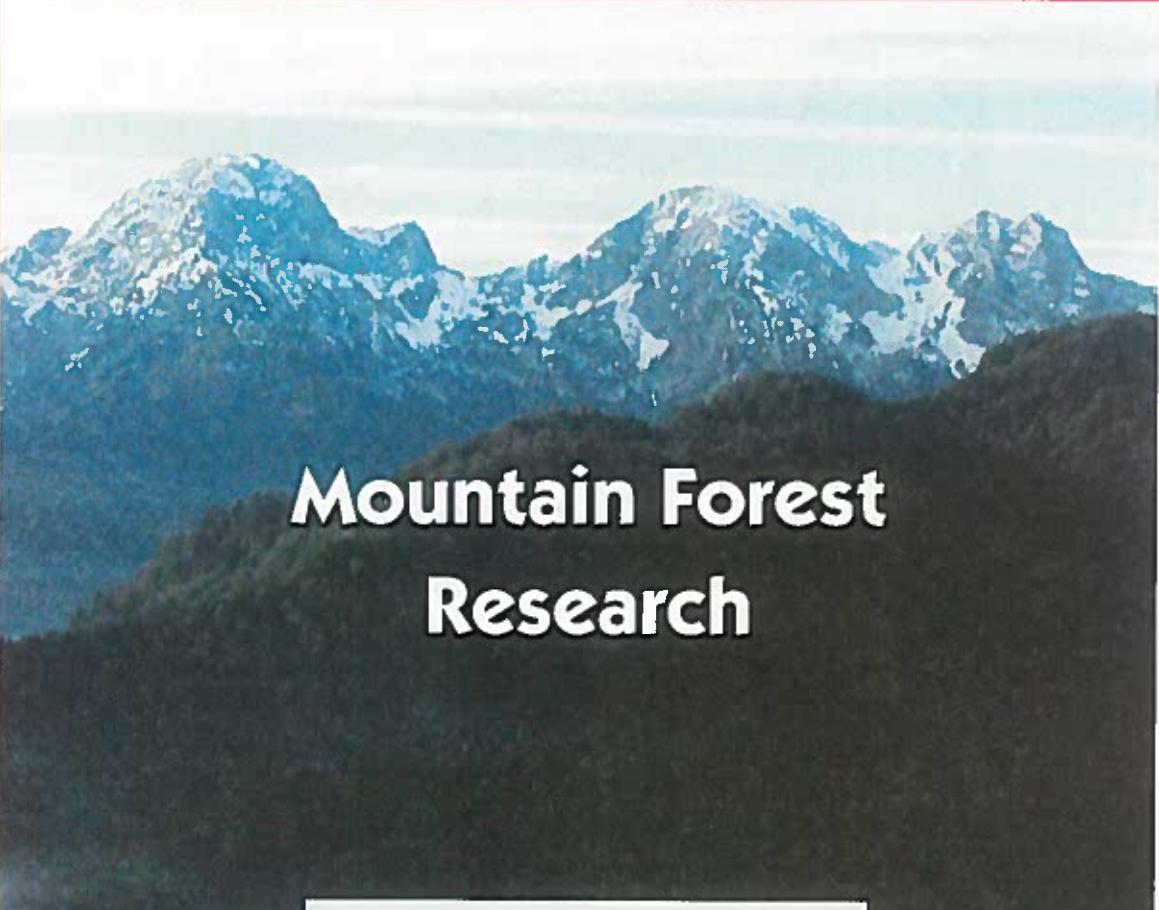
Anhang

Österreichische Institutionen

- ▶ **Universität für Bodenkultur**
 - ▶ Institut für Waldökologie
 - ▶ Institut für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft
 - ▶ Institut für Waldbau
 - ▶ Institut für Meteorologie und Physik
 - ▶ Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz
 - ▶ Institut für Waldwachstumsforschung
 - ▶ Institut für alpine Naturgefahren und forstliches Ingenieurwesen
 - ▶ Institut für Gewässerschutz und Grundwasserwirtschaft
 - ▶ Institut für Vermessungswesen, Fernerkundung und Landinformation
 - ▶ Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie
- ▶ **Universität Wien**
 - ▶ Institut für Ökologie und Naturschutz
- ▶ **Universität Innsbruck**
 - ▶ Institut für Botanik
 - ▶ Institut für Mikrobiologie
 - ▶ Institut für Hochgebirgsforschung und alpenländische Land- und Forstwirtschaft
- ▶ **Umweltbundesamt Wien**
- ▶ **Joanneum Graz**
- ▶ **Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur**
 - ▶ Österreichisches Netzwerk Umweltforschung
 - ▶ Kulturlandschaftsforschung
- ▶ **Forstliche Bundesversuchsanstalt**
 - ▶ Institut für Waldbau
 - ▶ Institut für Forstgenetik
 - ▶ Institut für Forstökologie
 - ▶ Institut für Forstschutz
 - ▶ Institut für Waldwachstum und Betriebswirtschaft
 - ▶ Institut für Immissionsforschung und Forstchemie
 - ▶ Institut für Waldinventur
 - ▶ Abteilung für forstliches Luftbild und Informationswesen
 - ▶ Institut für Lawinen- und Wildbachforschung

**Kooperationspartner des Institutes für
Immissionsforschung und Forstchemie im Rahmen des
interdisziplinären Projektes „Risikofaktoren für Wälder“**

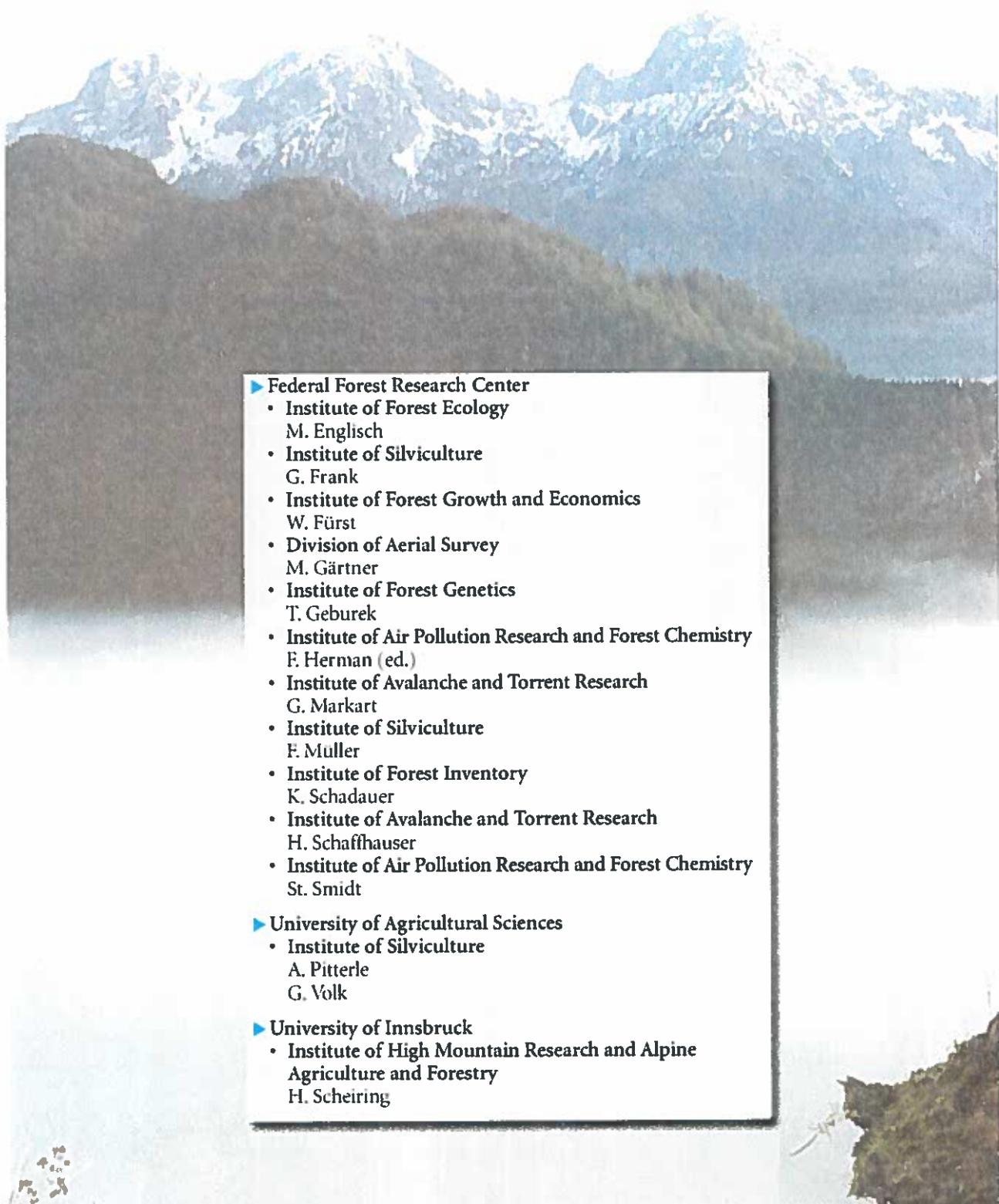
- ▶ **Universität Wien**
 - ▶ Institut für Ökologie und Naturschutz
- ▶ **Universität Graz**
 - ▶ Institut für Pflanzenphysiologie
- ▶ **Universität Innsbruck**
 - ▶ Institut für Mikrobiologie
 - ▶ Institut für Botanik
- ▶ **Universität für Bodenkultur**
 - ▶ Institut für Waldökologie
 - ▶ Institut für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft
 - ▶ Zentrum für Umwelt- und Naturschutz
- ▶ **Technische Universität Wien**
 - ▶ Institut für Analytische Chemie
 - ▶ Institut für Angewandte Botanik, Technische Mikroskopie und Organische Rohstofflehre
 - ▶ Institut für Biochemische Technologie und Mikrobiologie
- ▶ **Umweltbundesamt Wien**
- ▶ **Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft**
- ▶ **Bundesamt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein**
- ▶ **Forschungszentrum Seibersdorf**
 - ▶ Bereich Lebenswissenschaften
 - ▶ Bereich Systemforschung Technik, Wirtschaft, Umwelt
- ▶ **Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik**



Mountain Forest Research

Contacts

- ▶ **Federal Forest Research Center**
Seckendorff-Gudent-Weg 8
A-1131 Vienna
Phone: +43 1 878 38
Fax: +43 1 878 38 1250
email: friedl.herman@fbva.bmlf.gv.at
- ▶ **University of Agricultural Sciences**
Institute of Silviculture
Peter-Jordan Straße 72
A-1190 Vienna
Phone: +43 1 476 54 2505
Fax: +43 1 476 54 2549
email: pit@edv1.boku.ac.at
- ▶ **University of Innsbruck**
Institute of High Mountain Research
and Alpine Agriculture and Forestry
Phone: +43 5242 62909
Fax: +43 5242 62909
email: herbert.scheiring@uibk.ac.at



► **Federal Forest Research Center**

- **Institute of Forest Ecology**
M. Englisch
- **Institute of Silviculture**
G. Frank
- **Institute of Forest Growth and Economics**
W. Fürst
- **Division of Aerial Survey**
M. Gärtner
- **Institute of Forest Genetics**
T. Geburek
- **Institute of Air Pollution Research and Forest Chemistry**
F. Herman (ed.)
- **Institute of Avalanche and Torrent Research**
G. Markart
- **Institute of Silviculture**
F. Müller
- **Institute of Forest Inventory**
K. Schadauer
- **Institute of Avalanche and Torrent Research**
H. Schaffhauser
- **Institute of Air Pollution Research and Forest Chemistry**
St. Smidt

► **University of Agricultural Sciences**

- **Institute of Silviculture**
A. Pitterle
G. Volk

► **University of Innsbruck**

- **Institute of High Mountain Research and Alpine Agriculture and Forestry**
H. Scheiring

1

Introduction

Three conferences of European Forest Ministers have addressed the role of the forest as an important economic factor stressing its significant contribution for protecting human settlements and infrastructures against natural hazards, providing benefits such as recreation and preservation of ecological diversity. They also underlined the protection of the forest heritage. The First Ministerial Conference on the Protection of the Forests in Europe took place in December 1990 in Strasbourg as a common initiative of France and Finland. Because of concern about "forest dieback" cross-border protection of European forests was discussed for the first time at ministerial level. The ministers responsible for forestry committed themselves to technical and scientific cooperation and signed a declaration of principles and the Strasbourg Resolutions S1-S6. The thus initiated "Pan-European Process for the Protection of the Forests" was continued in Helsinki in 1993 and the outcome of the debate laid down in Resolutions H1-H4, taking into consideration the measures agreed to at the UN Environment Summit in Rio de Janeiro. Within the framework of the Third Ministerial Conference which took place in June, 1998 in Lisbon, the "General Declaration" was adopted and the Resolutions L1 and L2 were signed. By doing this, Europe enhances its willingness to promote and safeguard the various ecological, economic, cultural and social benefits of the forest on a sustainable basis.

In Lisbon, the ministers agreed to promote the implementation of commitments made previously within the framework of the Ministerial Conferences in Strasbourg and Helsinki in collaboration with international bodies and organisations. For this reason the continuation of the implementation of

Resolution S4 "Adapting the management of mountain forests to new environmental conditions"

was endorsed and the newly established European Observatory of Mountain Forests - (EOMF) was charged with the preparation of a working document for the European Mountain Forests Action Plan – (EMFAP) designed for the implementation of Resolution S4. This document will be presented on the occasion of an international workshop to be held in May 2000 in Igls/Tyrol. The title of the workshop is:

"The sustainable future of mountain forests in Europe"

The workshop will be organised by the European Observatory of Mountain Forests - EOMF in cooperation with the Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, the Ecosocial Forum of Austria, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the International Union of Forestry Research (IUFRO).

The Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management has charged the Austrian Federal Forest Research Center with the compilation of concrete research results and research needs relating to the theme of the workshop taking into account the topics formulated in part I/10 of Resolution S4.

In cooperation with the Institute of Silviculture of the University of Agricultural Sciences the present paper has been prepared as a first approach to present research results and research needs followed by a list of demands for harmonised actions for sustainable management of forests at the European level.

According to the Forest Act of 1975, the Federal Forest Research Center (FBVA) is an institution of the Federal Republic of Austria. The Center is charged with the investigation of forestry problems and their solution. Accordingly, the center is required to conduct scientific investigations, to provide expert advice and consulting services. For many years, the Federal Forest Research Center has been dealing with those topics which are listed in the working document under the item "concrete objectives" and "perspectives" and is authorised as a consequence to provide advice hereto.

The University of Agricultural Sciences in Vienna (BOKU) considers itself a research and training centre for renewable resources which are the basic requirement of all human life. The mission of the University is to contribute to safeguarding this resource base for future generations, offering a variety of disciplines. Combing natural sciences, technology and economic sciences the University tries to increase knowledge about ecological and economically sustainable use of resources in a harmonious cultural landscape. The University of Agricultural Sciences is the only University in Austria which has the research capacity to deal with the problems formulated in Resolution S4 of sustainable mountain forest management, integrating changing environmental conditions in its research and teaching activities.

The following section deals with item 10/Part I of the working document of the European Mountain Forest Observatory.

1. Determination of geographical units by identifying and studying all environmental factors and identification of actions to be implemented according to unit.
2. Production of ecological maps at the valley- and catchment level, including data on environment and risks.
3. Establishment of data bases at the national level.

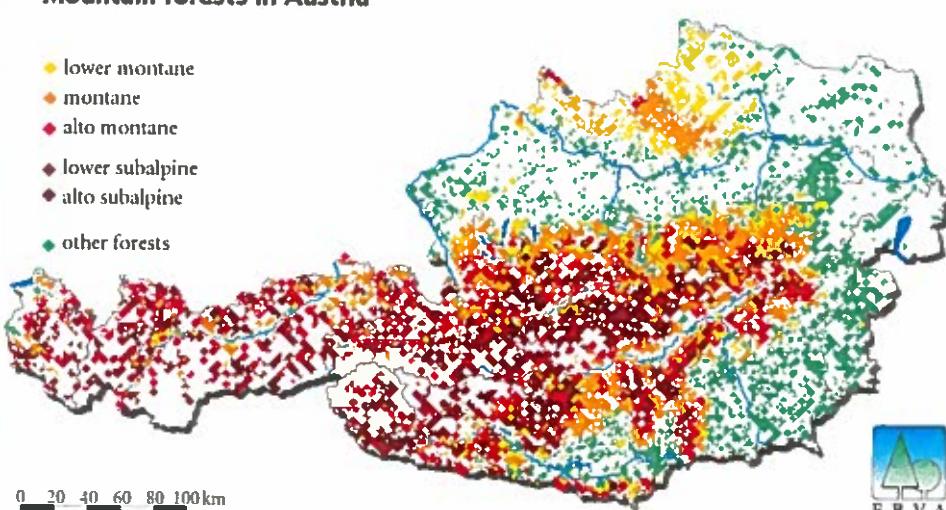
4. Improved understanding of the interaction of water cycles, flora, soil and rock substrate in order to assess risks arising from land use change.
5. Improvement of the ecological stability and the reduction of uncontrolled artificial interventions in mountainous forest environments.
6. Development of additional financing concepts when income from forestry is not sufficient to cover the cost of silvicultural treatments.

The many university institutes and research centers in Austria which form part of the network of research activities in Austria are mentioned in the annex. They shall collaborate actively in the future in the continuation of the research work to prepare a comprehensive White Paper on research activities.

47% of the Austrian territory is covered by forests. The need to preserve the forest area through sustainable management has utmost priority in Austria, due to the fact that according to the Forest Development Plan, 31 % of the forest area has above all a protective function. The total area of mountain forests makes up 2,95 million hectares, 75 % of the total Austrian forest (Figure 1).

Fig. 1:
Mountain forests in Austria

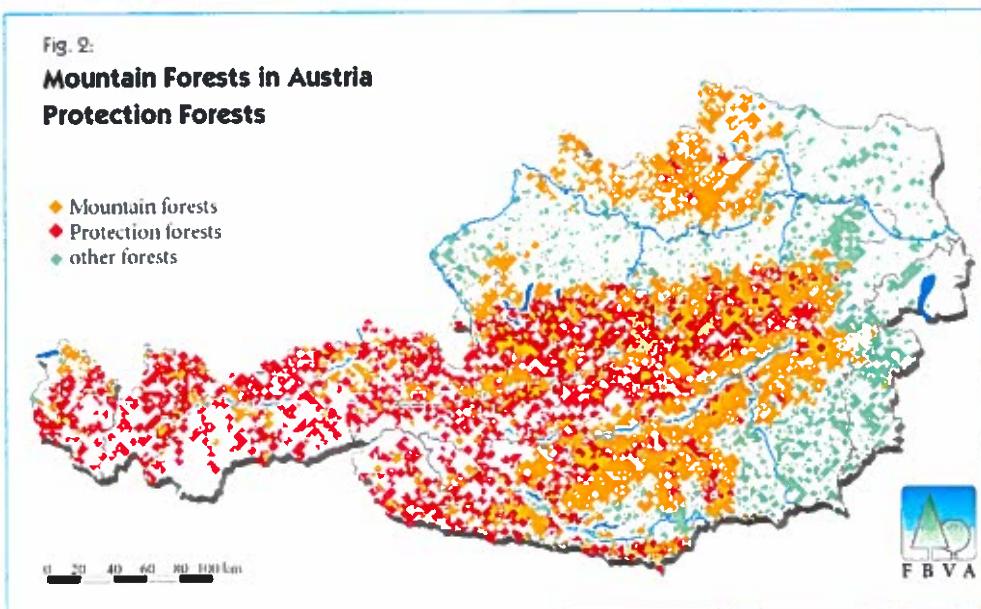
- lower montane
- montane
- alto montane
- lower subalpine
- alto subalpine
- other forests



The sustainable management of forests is vital for preservation of the functions of the forest and was laid down already in the Reichsforstgesetz of 1852.

The present contribution defines “Mountain Forests” as forests at the montane and sub-alpine zone of the Alps in accordance with COST Action E3 “Research into the role of forests in protecting mountainous rural areas - evaluation of silvicultural treatment”.

The main part of the mountain forest (85%) is managed whereas for part of the area the protective function has to be taken into account. 15% is covered by non-managed protection forest (Figure 2).



Half of the Austrian mountain forests is owned by small holders and 15 % is owned by the Austrian Federal Forests AG.

The main part of the mountain forest area is stocked by nature with stands rich in Norway spruce. Damage by game and cattle and forest management have led to a strong reduction of ecologically important mixed forest tree species such as fir and beech. Fir is forming stands only on 15% of the area where it should occur naturally.

85% of regeneration areas is affected by browsing and on 40 % at least one tree species is heavily damaged. Protection forest without yield especially does not see much regeneration. Thus, on 55 % of the area regeneration is necessary, but it actually takes place on only 15 %. In addition, browsing damage in the form of bark peeling by red

deer is gaining in importance. In the mountain forest one stem out of ten is peeled. Bark injuries are caused by rock fall and harvesting operations (4% and 7 % of stems respectively).

Other risks to mountain forests are atmospheric pollution (nitrogen, acid, heavy metals, ozone).

In the high alpine region the timber line is actually lower than it would be by nature due to alpine dairy farming. Some dwarf pine grows on ancient pastures, which are less useful for avalanche protection than subalpine spruce forests.

The following contributions refer explicitly to the Alpine area being one of three geographical units mentioned in S4 to be priority area for research activities, together with the Baltic States in Eastern Europe and the Mediterranean.



2

Research Results and Research Needs

This section includes research results likely to reach the objectives formulated in Resolution S4. The sustainability of mountain forests may be evaluated on the basis of results and standardised methods applied to the whole national territory and within regional studies. The state-of-knowledge of risk factors and necessary steps to be taken to improve comprehension of the economic and ecological interactions are the basis for further national and international cooperation in the field of science and policy.

2.1

Determination of geographical units by identifying and studying all environmental factors and identification of actions to be implemented according to unit.

Classification according to forest growth area and altitudinal level

Forest growth areas are large areas determined from a forest ecological viewpoint which have a uniform climatic character and a uniform geomorphologic pattern and are characterised by the corresponding forest association complex. In Austria, the Growth Area Classification according to Kilian et al. (1994) is used. It includes a classification according to climatic altitudinal zones which are in vertical direction a succession of climate and vegetation belt which overlap the regional particularities of the growth areas. The classification comprises the total Austrian area in a map resolution of 1:50.000. The borders of the growth areas are defined by decree.

The classification of growth areas and altitudinal levels serves as a reference basis for a regional description of forest ecosystems and the natural production potential. Furthermore, it contributes to the stratification of the planning process and the interpretation of monitoring grids for area and environment planning, landscape ecology and landscape management and serves as a basis for the delimitation of regions of provenance for forest reproductive material and the establishment of seed orchards.

Contact person: F. Müller; F. Starlinger

Classification according to criteria of naturalness

In order to be able to assess the degree of naturalness of the Austrian forest from a scientific point of view, the Man and Biosphere research project "Hemeroby of Austrian Forest Ecosystems" was established in 1992. The results showed that 22% of the Austrian forests are close-to-nature and 41% have only slightly changed. But they showed also that in some parts close-to-nature forests are missing completely. These are not only locations in the flat and hilly country apart from the Alpine region, but also mountain forests in terms of the above definition. The methods developed could also be transferred to other countries. In addition, the proven evaluation procedure of naturalness could be integrated in a modified form into the sampling method of the Austrian Forest Inventory.

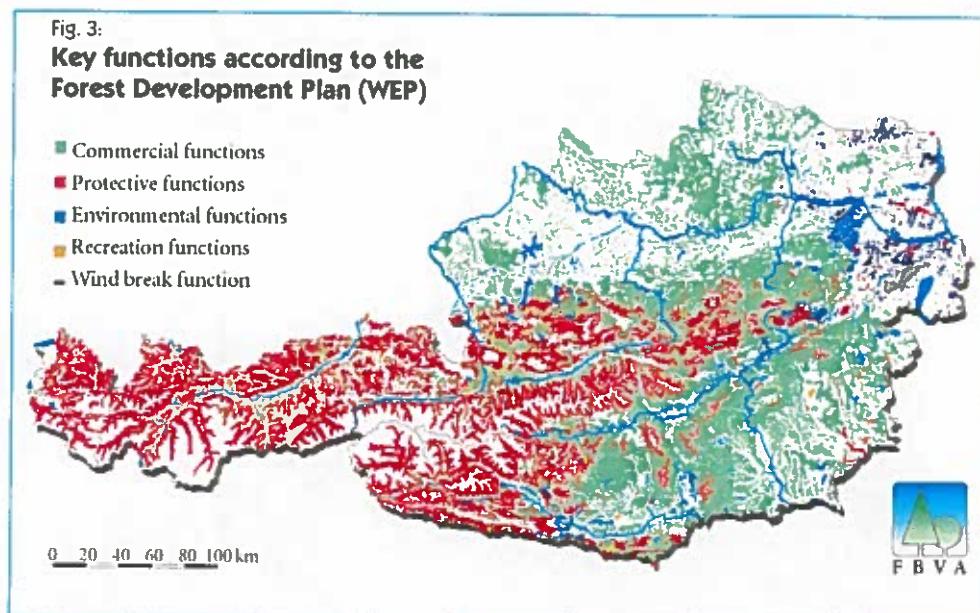
Classification according to naturalness criteria may be used for the following purposes: silvicultural planning in connection with tree species selection, forest policy planning, selection of forest areas as natural reserves, establishment of conservation areas and modelling of risks through air pollution stress.

Contact person: G. Koch

Classification according to the key functions of the forest

The Forest Act of 1975 defines four functions of the forest: productivity, protection, social benefits and recreation.

Classification according to these key functions provides the basis for economic, land improvement and forest policy decisions at the national and federal level and the



planning of forest policy measures, e.g. promotion measures for the improvement of the protection function of the forest and the execution of forest laws (e.g. expert advice on land clearing).

Taking into account these functions, section 2 of the Forest Act foresees the following regional plans: the Forest Development Plan (WEP, 1:50.000), the Hazard Zone Plan (for avalanches and torrent risk areas) and the Forest Project Plan (1:10.000) as a local planning tool for the forest owner.

The Forest Development Plan is the only Austria-wide regional plan. In the course of its establishment the characteristics of the forest functions have been identified Austria-wide by expert advice according to criteria derived from the Forest Act (Figure 3).

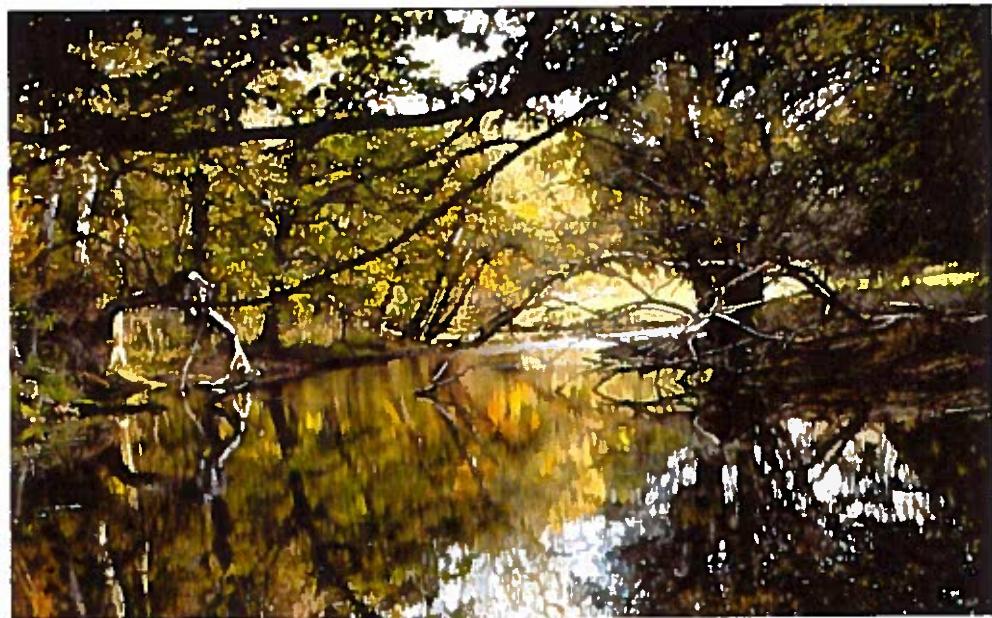
Contact person: F. Singer, W. Fürst

The hazard zone plan defines the boundaries of areas threatened by rock falls, torrents, mud flows, land slides and avalanches. Upon approval by the Federal Minister of Agriculture and Forestry this plan must be adapted to the prevailing conditions in the event of modification.

Contact person: R. Bauer

Article 5 of the Mountain Forest Protocol contains a provision on forest function planning. (Forest Development Plans of those countries which have signed the Alpine Convention.) A target situation will be elaborated along the objectives of this protocol and compared to plans already available in several countries.

Contact person: H. Scheiring



Research needs

- ▶ Priority should be given to the refinement of growth area classification: In sensitive regions a stand type classification at a scale between 1:10.000 and 1:50.000 as a reference for the local description of forest ecosystems or of the natural production potential is required for environmentally sound planning and for deviation of corresponding management and protection measures.
- ▶ Map or manual of potentially natural forest communities (PNWG) in Austria. The need for such a map has been put forward several times by experts of various disciplines. At the moment, only small scale, project-related maps are available. A compilation of all existing maps and their transfer into a useful forest association nomenclature as well as the development of methods for the production of PNWG-Maps from available punctual information (e.g. hemeroby study, Austrian Forest Inventory, natural forest reserves, Austrian Forest Soil Survey) using GIS-technology would be desirable.
- ▶ New evaluation models for varying forest functions in the public interest.
- ▶ Identification of all Austrian torrent catchment areas according to a unified classification (in preparation). Contact person for torrent catchment areas: I. Schnetzer



2.2

Production of ecological maps at the valley and catchment level, including data on environment and risks

2.2.1

National maps

Austrian soil protection concepts

The Austrian Soil Protection Concepts of 1989 and 1997 provide an overview on disturbances caused by man and by nature. The size of endangered areas is assessed and defined regionally by map representation and identified for political districts.

Contact person: A. Köchl, F. Mutsch

Forest soil condition

The national and provincial soil condition surveys provide an overview of the stress situation of Austrian forest soils, taking into account anorganic pollutants in particular. They provide useful data for the above mentioned soil protection concepts. 15 % of the soils in the Inner Alps are classified as susceptible to acidification. Stress from heavy metals was identified especially at the Northern rim of the Alps (up to 30 % of the soils).

Contact person: F. Mutsch

Protection forest

Since the beginning of the Austrian Forest Inventory in 1961, the protection forest is divided into the categories "protection forest with yield" and "protection forest without yield".

Until now relevant information was available only on protection forests with yield. For the first time, the inventory period of 1992/96 provided data on all protection forests which permits conclusions about ecological information.

For the first time, it will be possible to gain relevant information on specific forest communities, e.g. deficits in natural regeneration and stand stability, judging from the deviation of the current situation from potentially natural forest communities.

Contact person: K. Schadauer

Regeneration status

Regeneration is a major problem in the protection forests as browsing activities impede or do not allow for sufficient regeneration.

Contact person: K. Schadauer

Damage by rockfall

Half of the peeling damage (100 million stems) is caused by rockfall. The spatial distribution of rockfall damage indicates that most of the damage occurs in the Northern and Southern Limestone Alps.

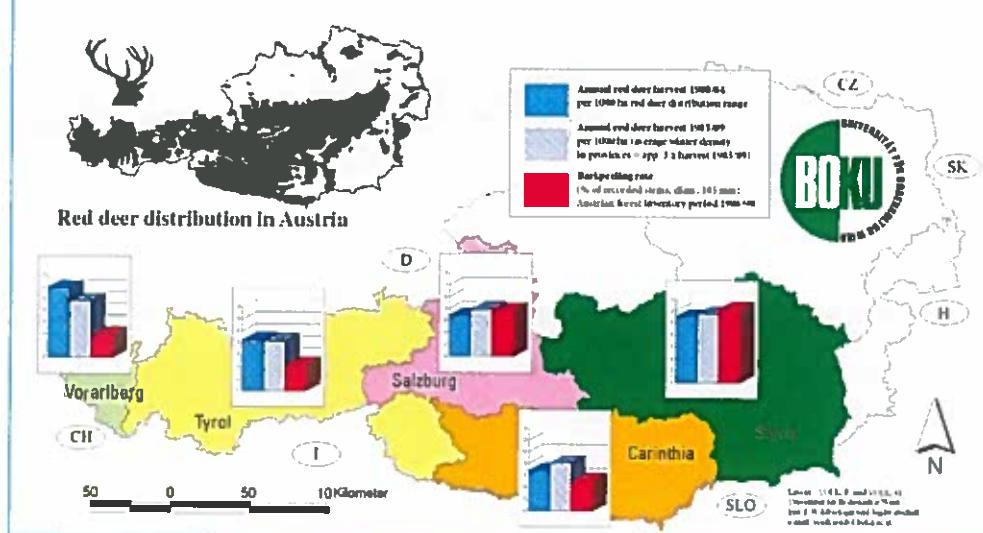
Contact person: K. Schadauer

The game problem

Despite the fact that peeling damage is on a downward trend, peeling still affects 4,8 millions stems per year. As an example, red deer peeling damages are shown in Figure 4. Targeted habitat management places much emphasis on influencing forest structure and tree species mixtures through forestry interventions. In order to motivate game tenants to solve existing forest/game problems, a model was developed which couples shooting lease contracts with successful regeneration.

Contact person: K. Schadauer, F. Völk, H. Scheiring

Fig. 4: Red deer harvest/density and barkpeeling rate in Austria



Forest pasture

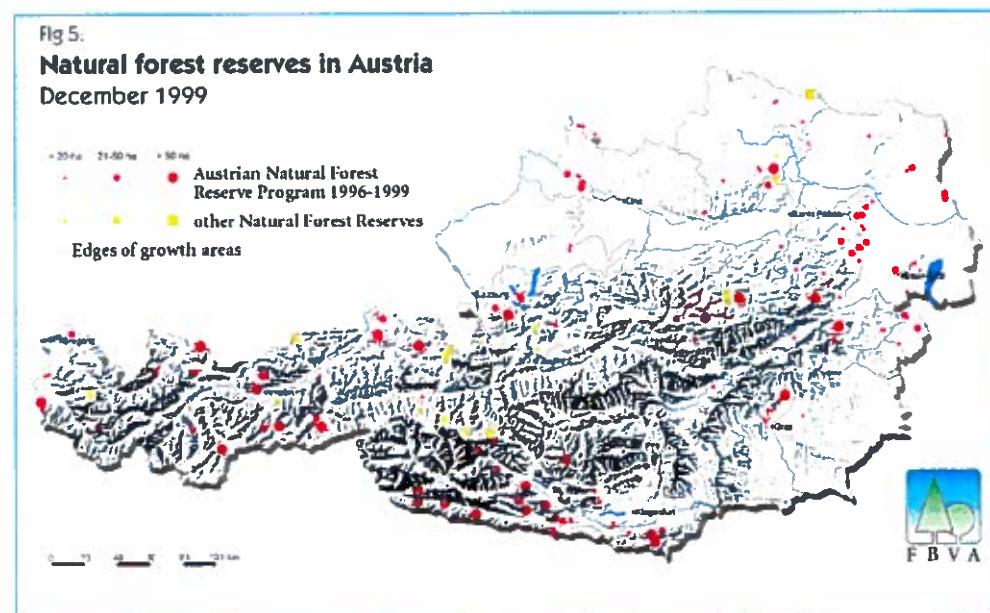
Grazing is one of the main causes of browsing and trampling, resulting also in stem and root injuries. According to the Austrian Forest Inventory, more than 223.000 ha of forest (more than 6% of the total forest area and more than 27% of the protection forests) are affected by grazing damage. Forest pasture is often considered to be one of the causes of soil destabilisation.

Contact person: K. Schadauer

Natural forest reserves

The Austrian natural reserve programme was initiated in 1996. Every forest community which can be found in Austria should be represented by at least one reserve in its growth area. The programme corresponds to a nature conservation model by contract. So far, 160 owners have signed contracts and in total 8.000 ha natural reserves have been established (Figure 5).

Contact person: G. Frank



Geographic distribution of genetic structures in tree populations

Since 1993 the genetic structure of main tree species has been identified using biochemical-genetic and molecular methods. At the moment, research works focus on the following tree species relevant to forestry: Norway spruce, White fir, Larch and Common beech.

Contact person: T. Geburek

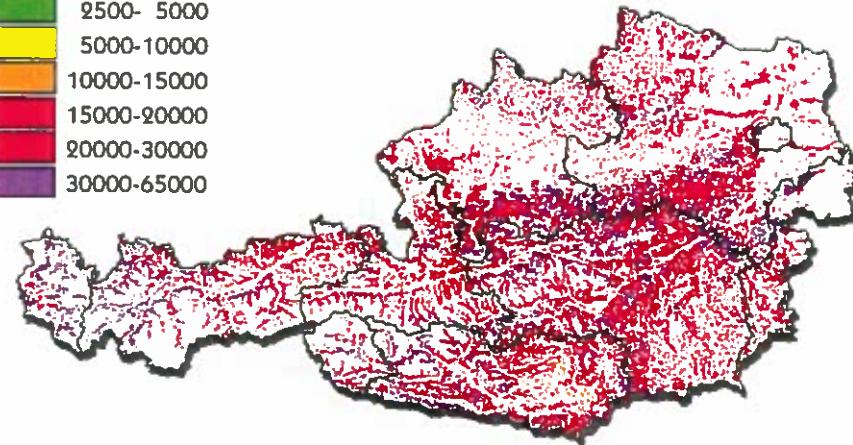
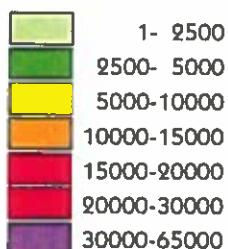
Ozone risk

A model was designed to determine the ozone risk of the entire national territory. The basis for the assessment was the AOT40 of the UN-ECE and of WHO. Considering the influence of weather conditions on stomata opening showed a significant reduction of ozone risk in the plain and in hilly regions as compared to the model approach. In mountain forests the reduction is much less (Figure 6).

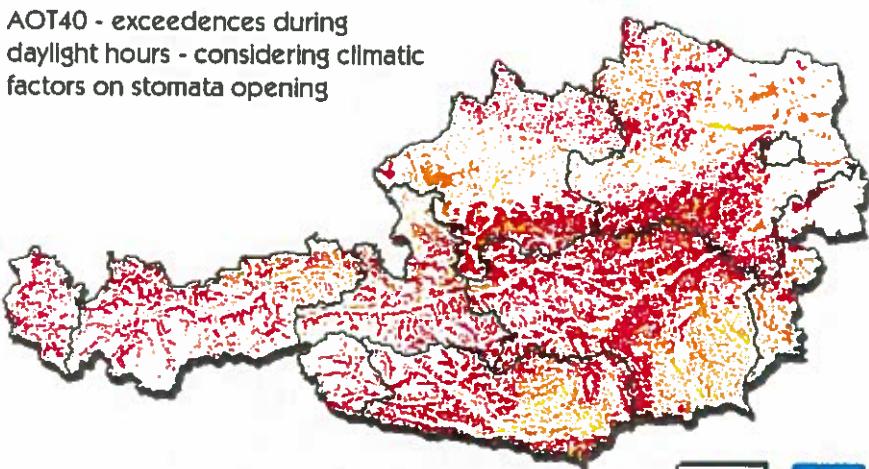
Contact person: H. Bolhar-Nordenkampf, W. Loibl, St. Smidt

Fig. 6: Risk assessment of ozone input to forest areas in Austria

AOT40 - exceedences during daylight hours -
using the traditional AOT-calculations



AOT40 - exceedences during
daylight hours - considering climatic
factors on stomata opening



AUSTRIAN RESEARCH CENTERS



Nitrogen risk

Critical Loads for nitrogen are exceeded in most parts of Austria and especially in the Alps.

Contact person: M. Knoflacher und W. Loibl

Nutrition status of forest trees

Major differences could be noted among main growth areas. While in the southern main growth areas there was a lack of nitrogen, the northern main growth areas 7 and 9 are threatened by eutrophication if nitrogen input is continued.

Contact person: F. Herman

SO₂-impact

In addition to local air pollution stress, transboundary SO₂-input from Slovenia was detected within the Austrian Bioindicator-Grid. The situation at the border of the Czech Republic and of Hungary has very much improved during the last years.

Contact person: A. Fürst



2.2.2 Regional Maps

Hazard zones

The Forest Act of 1975 (Federal Law Gazette No. 440/1975) is the legal basis for hazard zone planning in Austria. The details are laid down in the Decree on Hazard Zone Planning (1976, Federal Law Gazette No. 436/176). The Hazard Zone Plan is established under the Forest Act by the responsible regional Forest Technical Service for Torrent and Avalanche Control. It defines the boundaries of areas endangered by torrents and avalanches and their danger degree (red and yellow zones) as well as the areas required for protective measures.

In the western provinces every community holds a hazard zone plan while in the East a plan covering the whole area has not yet been finalised.

Contact person: R. Bauer

Forest sites

The site potential is identified on the basis of the prevailing conditions and is called "Natural Resource Potential and Landscape Development" (a synthesis of site and habitat with a spatial reference). The scale is normally 1:10.000.

Contact person: M. Englisch, A. Perle, D. Stöhr

Vegetation

Vegetation maps exist for Tyrol and Salzburg at a scale of 1:100.000 and serve for the assessment of natural resources at the local and regional level. By means of indicator values of the vegetation potential risk factors such as erosion, avalanches and torrents, overgrazing and browsing by game are indicated.

Contact person: M. Englisch

Nitrogen input

The interpretation of data from the Limestone Alps shows that mountain and valley sites have to be considered in a different way as regards nitrogen input. It becomes evident that valley bottoms are especially endangered.

Contact person: W. Loibl, M. Knoflacher

Forest soil condition in the countries of the ARGE ALP and ARGE ALPEN ADRIA

In addition to soil characteristics, the survey on 2400 sample plots provides data for natural resource classifications and for integrating studies, such as ecological stress tolerances (acid and nitrogen inputs).

Contact person: M. Englisch, S. Huber

Forest soil condition in Tyrol

In the course of forest soil investigations in the province of Tyrol along the transit routes of Inntal and Brenner numerous exceedances of limiting values for heavy metals (lead, cadmium) in forest soils were detected.

Contact person: D. Stöhr

Protection forest concept for regions

There are not enough planning tools for an integral consideration of a group of valleys or regions. Regional studies have been initiated to identify the multifunctional demands on the space in the form of a global master plan. One example is the regional study on the Protective Forest (Bannwald) in Hallstatt.

Contact person: A. Schabl

Remote Sensing

Remote sensing by aerial photography and satellite imagery has been used since 1989 for large-scale forest condition surveys at the regional level. The basis are infrared-colour aerial photographs with an average image scale of 1:7.500, which are being taken of the whole investigation area in the main vegetation period. Data are available for 30 regional units.

Contact person: M. Gärtner



Research needs in respect to the establishment of national and regional risk maps

- ▶ Refinement of the available maps on Critical Level- and Critical Loads for tree species-specific and regional assessment of pollutant depositions
- ▶ Risk assessment of N-inputs, also in view of drinking water resources
- ▶ Modelling of climate change risk for the main tree species in Austria
- ▶ Identification of other effect-related limiting values, e.g. for heavy metal contents in soils
- ▶ Digitalisation of area-related ecological information as an information basis for national and regional risk maps.



2.3 Databases at the national level

Available databases

| Database | Institution | Contact person |
|--|---|---------------------|
| Austrian Forest Inventory | FBVA, Institute of Forest Inventory | Schieler, Schadauer |
| Natural Forest Reserve | FBVA, Institute of Silviculture | Frank, Koch |
| Level I (Crown Condition Survey, Soil analyses, site and soil data, sulphur and nutrient contents, vegetation surveys, increment data) | FBVA, Institute of Forest Growth and Economics; Institute of Forest Ecology, Institute of Air Pollution Research and Forest Chemistry | Neumann |
| Level II (in addition to Level I: humidity measurements in soil, soil water chemistry, climate and deposition data) | FBVA, Institute of Forest Growth and Economics; Institute of Forest Ecology, Institute of Air Pollution Research and Forest Chemistry | Neumann |
| Austrian Bioindicator-Grid | FBVA, Institute of Air Pollution Research and Forest Chemistry | Herman, A. Fürst |
| BORIS (Soil Information System) | Federal Environment Agency | Schwarz |
| GEA (Soil and Site Data) | FBVA, Institute of Forest Ecology | Englisch, Mutsch |
| FOREC (Forest Vegetation) | FBVA, Institute of Forest Ecology | Starlinger |
| Swamp Data | University of Vienna, Institute of Botany | Steiner |
| MORIS (Integrated Monitoring) | Federal Environment Agency | Mirtl |
| Data Network of Air Pollution Measurements | Federal Environment Agency | Spangl |
| Data on the Naturalness of Austrian Forests | University of Vienna; Institute of Ecology and Conservation Biologie; FBVA, Institute of Silviculture | Grabherr Koch |
| Climate Data | Central Institute for Meteorology and Geodynamics | Steinhauser |
| Hydrographic Data | Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management | Nobilis |
| Gene Reserves | FBVA, Institute of Silviculture | Müller |
| "NATREG" (Selected Reproductive Material) | FBVA, Institute of Silviculture | Strohschneider |
| Disaster Avalanches | FBVA, Institute of Avalanche and Torrent Research | Luzian |

Databases in preparation

| | | |
|---|---|-------------|
| WEP-Austria-Digital | FBVA, Institute of Forest Growth and Economics | W. Fürst |
| Digital Torrent and Avalanche Cataster (WLK): | Forest Technical Service for Torrent and Avalanche Control | Schnetzer |
| DOMIDIS (Documentation of Mountain Disasters) | University of Agricultural Sciences, Institute of Alpine Natural Hazards and Forest Engineering | Hübl |
| THARMIT (Torrential hazard and risk assessment and mitigation): | University of Agricultural Sciences, Institute of Alpine Natural Hazards and Forest Engineering | Hübl |
| Meta-Map | FBVA, Institute of Forest Ecology | Englisch |
| Rain Simulation Data | FBVA, Institute of Avalanche and Torrent Research | Markart |
| Data of Forest Reserves Suitable for Research (FRRN) | FBVA, Institute of Silviculture | Frank, Koch |

2.4

Improved understanding of the interaction of water cycles, flora, soil and rock substrate in order to assess risks arising from land use change

Process studies carried out in the fields of torrent research, snow and avalanche research, site research and ecology as well as silviculture serve as a basis for further risk assessments allowing for the quantification of hazards generated by changed land use in different ecosystems.

2.4.1

Torrent Research**Runoff characteristics of alpine vegetation units**

In connection with predominant geological areas of the Alpine range it is possible to assess the runoff potential of the most important soil and vegetation units during heavy rain. Moisture, humidity and dispersion values may be used to determine the infiltration behaviour of a site. Ecological indicator values are suitable indicators for the characterisation of the runoff potential of a site.

Contact person: G. Markart, B. Kohl



Runoff formation

In many torrent catchments runoff occurs exclusively on a few stands ("wet stands"). Even during extreme events the runoff quantity is sufficient to provide information on the total discharge.

One hydrological model for the assessment of runoff formation during extreme events in torrent catchment basins was elaborated and used to design of a control concept for the catchment basin of the Leoganger Schwarzbach (Province of Salzburg).

Contact person: R. Kirnbauer, G. Volk



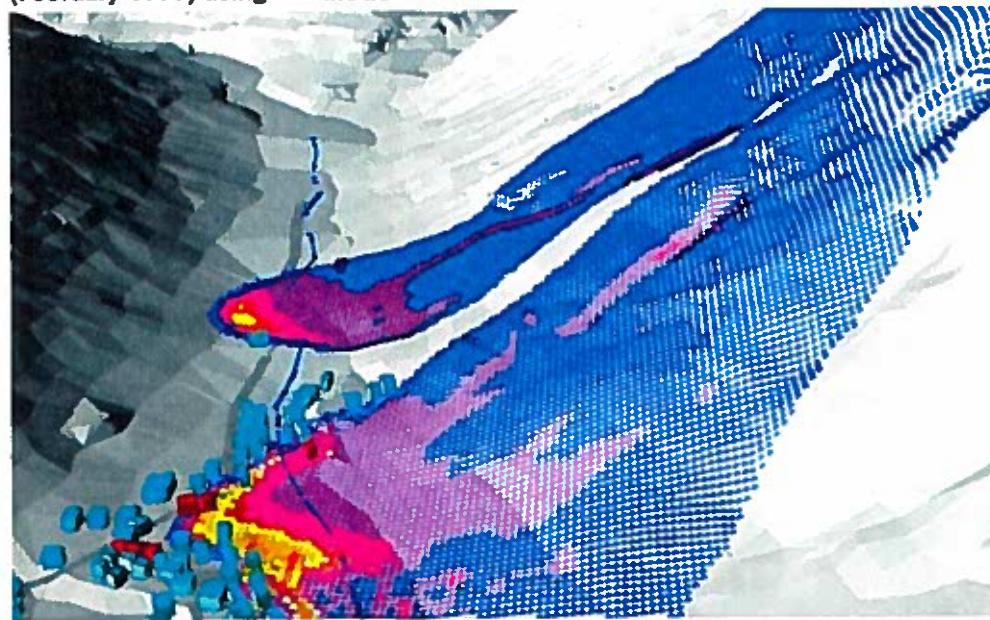
2.4.2 Snow and Avalanche Research

Snow and avalanche research by the University of Agricultural Sciences focus on numerical simulation of different processes. During recent years models for the description of the forces in the gliding and creeping snow cover, the determination of avalanche risk by means of neuronal grids and the dynamic simulation of avalanches have been developed (Figure 7). A combination of statistical, physical and expert-based methods is being used for Avalanche Risk Prediction. Genetic algorithms have been used for the first time for model optimisation.

Contact person: G. Volk, K. Kleemayr

Fig. 7:

Visualisation of simulation of the avalanche catastrophe of Galtür (February 1999) using the model ELBA

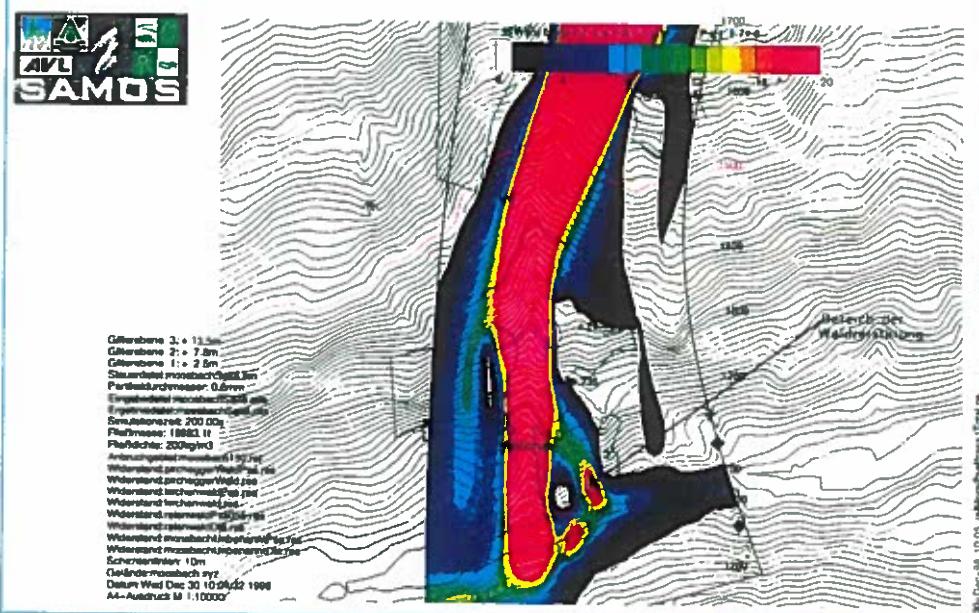


For better assessment of natural hazards, the Federal Forest Research Center uses scientific knowledge gained from motor construction (AVL-Graz) for numerical simulation models on the basis of mathematical-physical algorithms. The theoretical verification of the disaster event of Galtür by means of the SAMOS model did not only comply with the recently established hazard zone plan but it corresponds also to the parameter study for disaster simulation (Figure 8). For "differentiated avalanche analyses", as a basis for the establishment of integrated protection concepts, a Disaster Avalanche Database was set up. The activities in respect to an "Integral Emergency Management Plan (IKP) – St. Anton/Arlberg" address the danger potentials of avalanches, mud flows and floods. The participation of all stakeholders in a risk and crisis management effort on the spot reflects the integral aspect of the pilot study.

Contact person: H. Schaffhauser, R. Luzian, R. Sailer

Fig. 8:

Results of the simulation (SAMOS) of the disaster avalanche of Galtür



Snow gliding movements

A snow cover model has been developed using the "finite element method" which calculates the temporal course of movements and tensions, allowing for an analysis of the interactions between different tree groups and snow cover. By means of these calculations it was found that standard methods for the determination of the snow

pressure on supporting structures have considerably underestimated the forces acting therein. The interaction of land use changes and snow gliding movements was demonstrated using a larch stand exposed to south in the Stubaital. It turned out that a remarkable increase of gliding rates took place already at gaps ranging from 50 to 60m².

Contact person: K. Kleemayr, P. Höller

2.4.3 Site research and ecology

Area monographs for some parts of the Alps

Many monographs deal with the problems of changed land or soil use in the mountain forest at the regional or local level. Research focuses on the mountain ranges of the Sengsengebirge/Reichraminger Hintergebirge and the Eastern rim of the Alps.

Contact person: M. Englisch, K. Katzensteiner

2.4.4 Silviculture

Stand establishment at high altitudes

The severe avalanche damages in 1951 and 1954 and the finding that the starting zone of most of the avalanches is situated in the zone deforested by man, between the actual and potential timber line, led to the establishment of the Biological Station Obergurgl in the Ötztal. The findings of this multidisciplinary project are used today for high altitude afforestation.

Natural regeneration is impeded mainly by selective browsing, light deficiency and competition through associate vegetation. At the subalpine level natural regeneration is reduced also by low temperatures and depends to a great extent on germination bed conditions. To improve regeneration it will not only be necessary to regulate game population but also to leave dead wood for regeneration purposes. Soil injuries down to the mineral soil in seed years or removal of the raw humus cover and provision of sufficient light under avoidance of diffuse light conditions will also be helpful.

Contact person: F. Müller

Models

Possible changes in tree species composition may be identified very early using a simulation model for the adaptation potential of Austrian forests under climate change scenarios in ecologically sensitive high altitudes. Tree species composition on the site (approx. 0,5 ha) can be simulated and documented over time for the entire stand by using a model for the development of tree species composition under changing environmental conditions.

Contact person: M. Lexer

Research needs

- ▶ Establishment of a representative measuring grid in the catchment basins for continued monitoring of run-off processes.
- ▶ Elaboration of a range of instruments for documentation of characteristics of future avalanches in selected avalanche zones.
- ▶ Continued telemetric survey of changes in snow heights.
- ▶ Standardised documentation of natural disasters (avalanches, torrents, etc.).
- ▶ Development of concepts for a large-scale, understandable, and dynamic risk management in the framework of hazard zone planning.
- ▶ Analytical surveys on the risk potential of natural hazards (especially avalanches) in all relevant forest communities, especially at the subalpine level.
- ▶ Refinement of maps of potential avalanche starting zones in mountain forests.
- ▶ Extension of knowledge on the minimum requirements of silvicultural treatments for securing the protective function on a sustainable basis under consideration of forest communities.
- ▶ Evaluation of the effectiveness and efficiency of existing high altitude afforestations.
- ▶ Documentation of the natural regeneration potential in high altitudes.
- ▶ Evaluation of the forest functions depending on the silvicultural treatment (monetary evaluation of the forest function).
- ▶ Recreation silviculture in tourist regions in connection with protection forest problems.

2.5

Improvement of the ecological stability and limitation of uncontrolled artificial interventions in mountainous forest environments

Legal regulations

Legal regulations set the regulative frame for the improvement of ecological stability. Thus, according to § 100 of the Forest Act of 1975, the competent authority can prescribe a number of measures and restrictions under certain conditions, e. g. the use of suitable forest reproductive material, large scale measures (bans, locally limited felling permissions), obligations to obtain a permission for felling, transfer of responsibility to the government agency according to §102 article. 1, letter b. Furthermore, prevention measures may be identified according to the Forest Act of 1975 if the situation has deteriorated in the catchment basin of a torrent or an avalanche or if such deterioration is under way. According to the explanations on the Forest Act of 1975 (Implementation of Preventive Measures), in addition to the Forest Act also the Torrent Control Law, the Water Rights Law and the Water Supply Law are applicable. In the case of large scale deterioration of the forest in catchment basins (except catchment basins of the Torrent and Avalanche Control Service) the Forest Act foresees the legal instruments of Protection Forest Restoration (Article 24) and the Interdiction of Interventions (Bann) (§28 ff). Afforestation in high altitudes has also been a matter of forest support policy (§142 [2]). Further reference on ecological stability and omissions of uncontrolled interventions is made under §25 "Kampfzone des Waldes" (upper timber line), §21ff (Definitions of protection forest and interventions in protection forests) and §27ff (Definition of protective forest and interventions in protective forests).

The Decree on Hazard Zone Plans (1976; Federal Law Gazette No. 436/176) foresees the allocation of areas with a proviso for technical or forest biological interventions worked out by the competent authorities as well as for the maintenance of the functions of these interventions or those which need a special kind of management to secure the protective function or the success of a technical control measure.

Biological interventions for disaster prevention

In contrast to technical measures the protection forest has also a potential for self regeneration. Tending operations which support self-regeneration of the protection forest have some economic advantages. The total cost for the tending of one hectare of protection forest is estimated to be about 5.000 - 10.000 ATS. The costs of the restoration of a protection forest which has suffered from too much stress amounts to 50.000.

100.000 ATS. Afforestation on the open ground in high altitudes would cost 500.000 - 1.000.000 ATS (max. 5.000.000ATS).

In order to preserve genetic diversity of indigenous tree and shrub species a network of gene reserve forests was set up. The network will deal with the identification of current geographic distribution patterns of genetic structures of individual tree species. They will be recorded by distributing gene reserve forests to ecologically and phytosociologically defined sites. Additionally, clonal archives and seed orchards were established. Silvicultural operations have already been dealt with under section 2.4.4.

Contact person: A. Pitterle, F. Müller

Research needs

- ▶ Studies on the durability of technical measures.
- ▶ Evaluation of the success of high-altitude afforestation projects designed to secure the protection function.
- ▶ Cost/benefit analyses of technical and forest biological measures for disaster prevention.
- ▶ Influencing genetic structures through silvicultural treatment.



2.6 Development of additional financing concepts when income from forestry is not sufficient to cover the cost of silvicultural treatments

On the basis of the Mountain Forest Protocol of the Alpine Convention a model has been developed on behalf of the Federal Ministry of Agriculture and Forestry which foresees the "Valuation" of actions promoting valuable historical and traditional land use patterns where they are being claimed in the Forest Development Plans. The implementation should be realised in the form of a "hectare prime". This model is different from the requirement of Resolution S4, item 6, as it is not a "subsidy" but an adequate recompense for a service rendered (and required). So far, action has been taken:

- ▶ to safeguard and improve the values and functions of the mountain forest on the basis of the Mountain Forest Protocol and the Alpine Convention;
- ▶ to provide evidence on the capacity of mountain forests for safeguarding traditional land use patterns - guiding principles and justification for compensation from the forest policy point of view;
- ▶ to study the importance of utilisation and tending operations related to the maintenance of traditional land-use patterns in the Alpine region.

Contact person: H. Scheiring

Potential of the forest to render the services required

Based on 174 complex action and process modules elaborated under a "Forest Ecosystems Analysis" the possibilities of forest ecosystems to influence different processes (as a result of process analyses) can be calculated. The key question is to compare the actual state and its fulfilling degree to the set target.

Contact person: A. Pitterle

The Eco-Points System

The idea behind this approach is to remunerate the efforts for particularly environmentally sound and ecologically oriented forest management. Special activities but also omissions which favour the conservation or restoration of ecologically stable, close-to-nature forests will be supported to make up for financial losses resulting from the application of management concepts apart from those which provide short-term benefits.

Contact person: G. Frank

Research needs

- ▶ Elaboration of exact standards for the evaluation of forest services.
- ▶ Assessment at the national level of the forest potential and its capacity to render services.
- ▶ Elaboration of basic guidelines for the compensation of non-marketable forest functions.



3

Demands for harmonised actions to safeguard sustainability at the European level

The management of mountain forests which considers changed environmental factors requires harmonised actions to be taken by the signatory states of S4 in several areas. The target is the establishment of an internationally agreed strategy paper for the future utilisation of mountain forests which is to be achieved by the application of international operational guidelines (*European Mountain Forest Action Plan - EMFAP*). In view of the multiple situations and national interests in connection with the management of mountain forests, EMFAP focuses on a maximisation of measures complementing each other in which solutions for cross-boundary problems are being sought and the *Pan-European Operational Guidelines for Sustainable Forest Management* are implemented.

In particular it is suggested:

- ▶ to apply standardised methods (see Resolution L2) for the evaluation of the sustainability in the mountain forest along criteria and indicators,
- ▶ to harmonise methods for cross-boundary risk assessment of natural hazards; to determine geographical units (e.g. growth areas, altitudinal zones), to produce cross-boundary, ecological maps,
- ▶ to develop methods on experimental plots established at the national level for the assessment of sustainable management, especially through testing of new and suitable criteria and indicators,
- ▶ to safeguard genetic properties of forest seed and plant material across the borders,
- ▶ to set up an international network of databases for the evaluation of the ecological, social and economic situation of the mountain forests; for this purpose thematic working groups should be established - coordinated by the international S4-Coordinator - problem solutions be elaborated and concrete instructions for action given (*Technical Guidelines*).

These requirements are considered to be achievable provided the necessary institutional framework is made available by the signatory states. The insufficient implementation of different resolutions or follow-up decisions show that political statements are not sufficient. Therefore, the proposal of the EOMF to provide the necessary structures along Resolution S2 (*European Forest Genetic Resources Programme - EUFORGEN*) is supported. For this purpose, the European Observatory of Mountain Forests shall coordinate the action programme and solutions be sought in the various thematically

oriented networks (working groups). The financial contribution of the individual countries should be set forth according to the UN-classification and the participation in the different working groups be limited to the amount of their contribution. The National S4 Coordinator will be a member of the *Steering Committee* to be established which is to monitor the international coordination activities as a body and lays down the political framework conditions. The National Coordinator will nominate the persons participating in the individual working groups.

Suitable measures will help to guarantee the implementation of S4 in accordance with the implementation of other decisions of the Ministerial Conferences as well as other international or national processes. From the decisions of the Ministerial Conferences especially H1 (*General Guidelines for the Sustainable Management of Forests in Europe*) and H4 (*Strategies for a Process of Long-term Adaptation of Forest in Europe to Climate Change*) are relevant, in addition to activities at the international institution level.



Annex

Austrian Institutions

- ▶ **University of Agricultural Sciences, Vienna**
 - ▶ Institute of Forest Ecology
 - ▶ Institute of Socio-economic Research in Forestry and Forest Products
 - ▶ Institute of Silviculture
 - ▶ Institute for Meteorology and Physics
 - ▶ Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection
 - ▶ Institute of Forest Growth and Yield Research
 - ▶ Institute of Natural Hazards in the Alpine Region and Forest Engineering
 - ▶ Institute of Water Protection and Ground Water Management
 - ▶ Institute of Surveying, Remote Sensing and Land Information
 - ▶ Institute of Landscape Planning and Soil Bioengineering
- ▶ **University of Vienna**
 - ▶ Institute of Ecology and Nature Conservation
- ▶ **University of Innsbruck**
 - ▶ Institute of Botany
 - ▶ Institute of Microbiology
 - ▶ Institute of High Mountain Research and Alpine Agriculture and Forestry
- ▶ **Environment Agency Vienna**
- ▶ **Joanneum Research, Graz**
- ▶ **Federal Ministry of Education, Science and Culture**
 - ▶ Austrian Network Environment Research, Division of Ecology Research
 - ▶ Federal Forest Research Center
- ▶ **Federal Forest Research Center**
 - ▶ Institute of Silviculture
 - ▶ Institute of Forest Genetics
 - ▶ Institute of Forest Ecology
 - ▶ Institute of Forest Protection
 - ▶ Institute of Forest Growth and Economics
 - ▶ Institute of Air Pollution Research and Forest Chemistry
 - ▶ Institute of Forest Inventory
 - ▶ Division of Aerial Survey and Information
 - ▶ Institute of Avalanche and Torrent Research

**Cooperating Partners of the Institute of Air Pollution Research
and Forest Chemistry within the Interdisciplinary Project
"Stress Factors of Forest Ecosystems"**

- ▶ **University of Vienna**
 - ▶ Institute of Ecology and Nature Conservation
- ▶ **University of Graz**
 - ▶ Institute of Plant Physiology
- ▶ **University of Innsbruck**
 - ▶ Institute of Microbiology
 - ▶ Institute of Botany
- ▶ **University of Agricultural Sciences**
 - ▶ Institute of Forest Ecology
 - ▶ Institute of Socio-economic Research in Forestry and Forest Products
 - ▶ Center for Environment and Nature Conservation
- ▶ **University of Technology, Vienna**
 - ▶ Institute of Analytical Chemistry
 - ▶ Institute of Applied Botany, Technical Microscopy and Organic Raw Material Science
 - ▶ Institute of Biochemical Technology and Microbiology
- ▶ **Environment Agency Vienna**
- ▶ **Federal Research Center for Agriculture**
- ▶ **Federal Research Center for Alpine Agriculture Gumpenstein**
- ▶ **Austrian Research Center Seibersdorf**
 - ▶ Division Life Sciences
 - ▶ Division Systems Research Technology, Economics, Environment
- ▶ **Central Institute for Meteorology and Geodynamics**



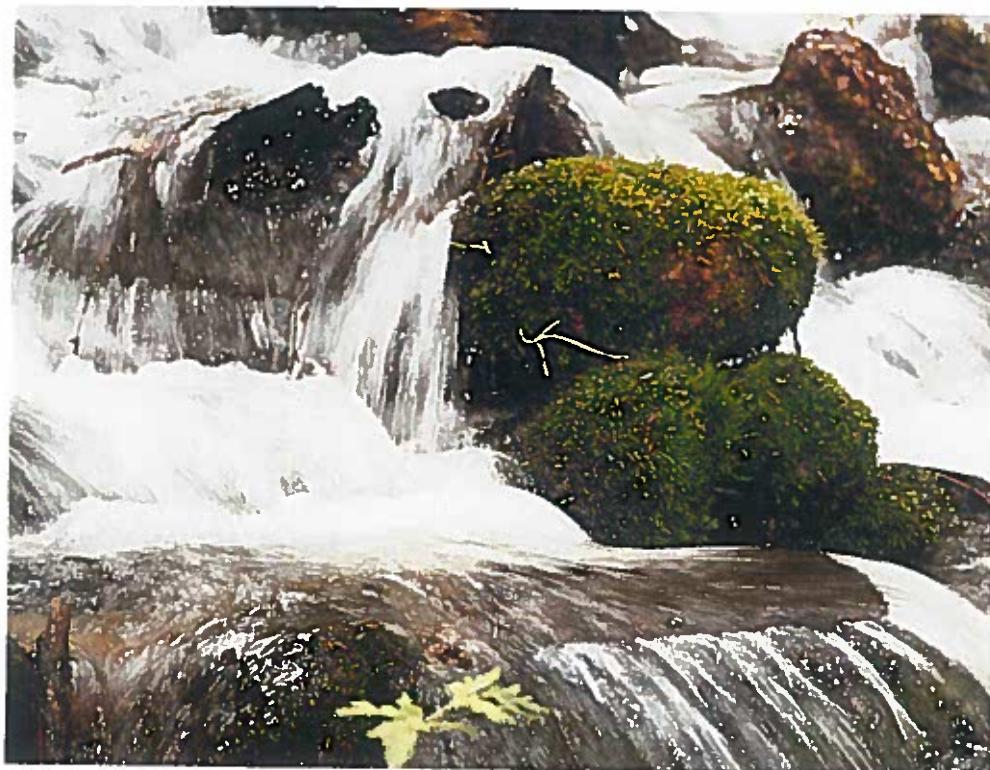
Contact persons

- **DI R. BAUER**
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
(Roland.Bauer@bmlf.gv.at)
- **Univ. Prof. Dr. H. BOLHAR-NORDENKAMPF**
Universität Wien, Institut für Ökologie und Naturschutz
(bolhar@pflaphy.pph.univie.ac.at)
- **Dr. M. ENGLISCH**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Forstökologie
(Michael.Englisch@fbva.bmlf.gv.at)
- **Dr. G. FRANK**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Waldbau
(Georg.Frank@fbva.bmlf.gv.at)
- **Ing. A. FÜRST**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Immissionsforschung und Forstchemie
(Alfred.Fuerst@fbva.bmlf.gv.at)
- **DI W. FÜRST**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Waldwachstum und Betriebswirtschaft
(Walter.Fuerst@fbva.bmlf.gv.at)
- **DI M. GÄRTNER**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Abteilung Forstliches Luftbild und Informationssystem
(Manfred.Gaertner@fbva.bmlf.gv.at)
- **Univ. Doz. Dr. T. GEBUREK**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Forstgenetik
(Thomas.Geburek@fbva.bmlf.gv.at)
- **Univ. Prof. Dr. G. GRABHERR**
Universität Wien, Institut für Ökologie und Naturschutz
(Georg.Grabherr@univie.ac.at)
- **Dr. F. HERMAN**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Immissionsforschung und Forstchemie
(Friedl.Herman@fbva.bmlf.gv.at)
- **Dr. P. HÖLLER**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
(Peter.Hoeller@uibk.ac.at)
- **DI S. HUBER**
Umweltbundesamt
(Huber@ubavie.gv.at)
- **Dr. H. HÜBL**
Universität für Bodenkultur, Institut für alpine Naturgefahren und forstliches Ingenieurwesen
(hannes@edv1.boku.ac.at)
- **Dr. K. KATZENSTEINER**
Universität für Bodenkultur, Institut für Waldökologie
(Katz@woek.BOKU.ac.at)

- ▶ **Dr. R. KIRNBAUER**
Technische Universität Wien, Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft
(Kirmbauer@hydro.tuwien.ac.at)
- ▶ **Dr. G. KOCH**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Waldbau
(Gerfried.Koch@fbva.bmlf.gv.at)
- ▶ **Dr. K. KLEEMAYR**
Universität für Bodenkultur, Institut für alpine Naturgefahren und forstliches Ingenieurwesen
(klee@edv1.boku.ac.at)
- ▶ **Mag. B. KOHL**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
(fbva.soil@magnet.at)
- ▶ **Dr. M. KNOFLACHER**
Forschungszentrum Seibersdorf
(Markus.Knoflacher@arcs.ac.at)
- ▶ **DI A. KÖCHL**
Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft
(a.koechl@bfl.at)
- ▶ **Dr. M. LEXER**
Universität für Bodenkultur, Institut für Waldbau
(Lexer@edv1.boku.at)
- ▶ **Dr. W. LOIBL**
Forschungszentrum Seibersdorf
(wolfgang.loibl@arcs.ac.at)
- ▶ **Mag. R. LUZIAN**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
(fbva.aiatr@magnet.at)
- ▶ **Dr. G. MARKART**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
(fbva.soil@magnet.at)
- ▶ **Dr. M. MIRTL**
Umweltbundesamt
(Mirtl@ubavie.gv.at)
- ▶ **Dr. F. MÜLLER**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Waldbau
(Ferdinand.Mueller@fbva.bmlf.gv.at)
- ▶ **Dr. F. MUTSCH**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Forstökologie
(Franz.Mutsch@fbva.bmlf.gv.at)
- ▶ **Dr. M. NEUMANN**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Waldwachstum und Betriebswirtschaft
(Markus.Neumann@fbva.bmlf.gv.at)

- ▶ **Dr. F. NOBILIS**
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Hydrographisches Zentralbüro
(Franz.Nobilis@bmlf.gv.at)
- ▶ **DI A. PERLE**
Amt der Tiroler Landesregierung
(a.perle@tirol.gv.at)
- ▶ **Univ. Prof. Dr. A. PITTERLE**
Universität für Bodenkultur, Institut für Waldbau
(pit@edv1.boku.ac.at)
- ▶ **Mag. R. SAILER**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
(fbva.aiatr@magnet.at)
- ▶ **DI A. SCHABL**
Technisches Büro für Geoinformationswesen
(anton.schabl@schabl.at)
- ▶ **Dr. K. SCHADAUER**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Waldinventur
(Klemens.Schadauer@fbva.bmlf.gv.at)
- ▶ **Dr. H. SCHAFFHAUSER**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
(fbva.schaffhauser@magnet.at)
- ▶ **Univ. Prof. Dr. H. SCHEIRING**
Universität Innsbruck, Institut für Hochgebirgsforschung und für alpenländische Land- und Forstwirtschaft
(herbert.scheiring@uibk.ac.at)
- ▶ **Dr. K. SCHIELER**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Waldinventur
(Karl.Schieler@fbva.bmlf.gv.at)
- ▶ **DI I. SCHNETZER**
Forsttechnischer Dienst der Wildbach und Lawinenverbauung, erweiterte Planungsstelle, Sektion Wien
(wlveps@eunet.at)
- ▶ **DI S. SCHWARZ**
Umweltbundesamt
(Schwarz@ubavie.gv.at)
- ▶ **DI F. SINGER**
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
(Fritz.Singer@bmlf.gv.at)
- ▶ **Univ. Doz. Dr. St. SMIDT**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Immissionsforschung und Forstchemie
(Stefan.Smidt@fbva.bmlf.gv.at)
- ▶ **DI W. SPANGL**
Umweltbundesamt
(Spangl@ubavie.gv.at)

- ▶ **DI F. STARLINGER**
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Forstökologie
(Franz.Starlinger@fbva.bmlf.gv.at)
- ▶ **Univ.Doz. Dr. M. STEINER**
Universität Wien, Institut für Ökologie und Naturschutz
(gmst@pflaphy.pph.univie.ac.at)
- ▶ **Univ. Prof. Dr. P. STEINHAUSER**
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
(Peter.Steinhauser@univie.ac.at)
- ▶ **Dr. D. STÖHR**
Amt der Tiroler Landesregierung
(d.stoehr@tirol.gv.at)
- ▶ **DI I. STROHSCHNEIDER**
Forstliche Bundesversuchsanstalt; Institut für Waldbau
(Ilse.Strohschneider@fbva.bmlf.gv.at)
- ▶ **DI G. VOLK**
Universität für Bodenkultur, Institut für Waldbau
(volk@edv1.boku.ac.at)
- ▶ **Dr. F. VÖLK**
Universität für Bodenkultur, Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft
(voelk@edv1.boku.ac.at)





FBVA-Berichte
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien

| | | Preis in ÖS |
|------|----|--|
| 1953 | 1 | Forstliche Arbeitslehre und Menschenführung. Referate von der GEFFA-Tagung 1952 in Ort bei Gmunden (Oberösterreich). 137 Seiten |
| 1954 | 2 | FRAUENDORFER, R. Forstliche Hilfstafeln. 167 Seiten |
| 1955 | 3 | LOHWAG, K. Erkenne und bekämpfe den Hausschwamm und seine Begleiter! 61 Seiten |
| 1955 | 4 | GRÖLL, H.; TRAUNINGER, W. Neuzeitliche Forstsaatguterzeugung in Ppropfplantagen. I. Teil, Plusbaumauswahl und Ppropfung. 73 Seiten |
| 1956 | 5 | HAFNER, F.; HEDENIGG, W. Planiergerät im forstlichen Straßen- und Wegebau. 75 Seiten |
| 1957 | 6 | FRAUENDORFER, R. Planung und Durchführung von Stichprobenahmen. 65 Seiten |
| 1958 | 7 | FRAUENDORFER, R. Betriebswirtschaftliche Untersuchungen im steirischen Bauernwald. (Gemeinde Haslau 1955). 157 Seite |
| 1985 | 8 | POLLANSCHÜTZ, J. Waldzustandsinventur 1984. Ziele - Inventurverfahren - Ergebnisse. 29 Seiten |
| 1985 | 9 | GLATTES, F.; SMIDT, S.; DRESCHER, A.; MAJER, C.; MUTSCH, F. Höhenprofil Zillertal. Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. Einrichtung und Ergebnisse 1984. 81 Seiten |
| 1985 | 10 | MERWALD, I. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1974/75, 1975/76 und 1976/77. 76 Seiten |
| 1986 | 11 | STAGL, W.; DRESCHER, A. Wild - Vegetation - Forstschäden. Vorschläge für ein Beurteilungsschema. 19 Seiten |
| 1986 | 12 | NATHER, J. Proceedings of the International Symposium on Seed Problems under Stressfull Conditions, Vienna and Gmunden, Austria June 3.-8. 1985. 287 Seiten |
| 1986 | 13 | SMIDT, S. Bulkmessungen in Waldgebieten Österreichs. Ergebnisse 1984 und 1985. 32 Seiten |
| 1986 | 14 | EXNER, R. Die Bedeutung des Lichtfaktors bei Naturverjüngung. Untersuchungen im montanen Fichtenwald. 48 Seiten |
| 1986 | 15 | MERWALD, I. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1977/78, 1978/79 und 1979/80. 81 Seiten |
| 1986 | 16 | HAUK, E.; HÖLLER, P.; SCHAFFHAUSER, H. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1984/85 und 1985/86. 90 Seiten |
| 1987 | 17 | MERWALD, I. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1980/81 und 1981/82. 74 Seiten |

| | | | |
|------|----|---|------------|
| 1987 | 18 | EXNER, R. Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen. Strukturanalysen im subalpinen Fichtenwald (Niedere Tauern, Radstadt/Salzburg). 102 Seiten | 100.— |
| 1987 | 19 | HAUPOLTER, R. Baumsterben in Mitteleuropa. Eine Literaturübersicht. Teil 1: Fichtensterben. KREHAN, H.; HAUPOLTER, R. Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Kiefernbestände - Bucklige Welt.. 73 Seiten | vergriffen |
| 1987 | 20 | GLATTES, F.; SMIIDT, S. Höhenprofil Zillertal. Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. Ergebnisse von Luft-, Niederschlags- und Nadelanalysen 1985. 65 Seiten | vergriffen |
| 1987 | 21 | RUETZ, W.; NATHER, J. Proceedings of the IUFRO Working Party on Breeding Strategy for Douglas-Fir as an Introduced Species. Working Party: S2.02-05. Vienna, Austria June 1985. 300 Seiten | 300.— |
| 1987 | 22 | JOHANN, K. Standraumregulierung bei der Fichte. Ausgangsbaumzahl - Stammzahlreduktion - Durchforstung - Endbestand. Ein Leitfaden für den Praktiker. 66 Seiten | 60.— |
| 1987 | 23 | POLLANSCHÜTZ, J.; NEUMANN, M. Waldzustandsinventur 1985 und 1986. Gegenüberstellung der Ergebnisse. 98 Seiten | 100.— |
| 1987 | 24 | KLAUSHOFER, F.; LITSCHAUER, R.; WIESINGER, R. Waldzustandsinventur Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern. 94 Seiten | 100.— |
| 1988 | 25 | JOHANN, K. Ergebnisse einer Rotfäuleuntersuchung in sehr wüchsigen Fichtenbeständen. 88 Seiten | 90.— |
| 1988 | 26 | SMIDT, S.; GLATTES, F.; LEITNER, J. Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1986. Luftschatstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen. 114 Seiten | 120.— |
| 1988 | 27 | SMIDT, S. Messungen der nassen Deposition in Österreich. Meßstellen, Jahresmeßergebnisse, Literatur. 72 Seiten | 80.— |
| 1988 | 28 | Forum Genetik - Wald - Forstwirtschaft. Bericht über die 5. Arbeitstagung von 6. bis 8. Oktober 1987. Kongresshaus Innsbruck. 192 Seiten | 200.— |
| 1988 | 29 | KRISSL, W.; MÜLLER, F. Mischwuchsregulierung von Fichte und Buche in der Jungwuchsphase. 52 Seiten | 50.— |
| 1988 | 30 | MARCU, GH.; TOMICZEK, C. Eichensterben und Klimastress. Eine Literaturübersicht. 23 Seiten | 30.— |
| 1988 | 31 | KILIAN, W. Düngungsversuche zur Revitalisierung geschädigter Fichtenbestände am Ostrong. 50 Seiten | 50.— |
| 1988 | 32 | SMIDT, S.; GLATTES, F.; LEITNER, J. Höhenprofil Zillertal, Meßbericht 1987. 234 Seiten | 250.— |
| 1988 | 33 | ENK, H. 10 Jahre Kostenuntersuchung bei Tiroler Agrargemeinschaften und Gemeindewäldern. 124 Seiten | 130.— |
| 1988 | 34 | KREHAN, H. Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Teil II: Fichtenbestände im Ausserfern (Tirol) und im grenznahen Gebiet des Mühl- und Waldviertels. 60 Seiten | 60.— |
| 1988 | 35 | SCHAFFHAUSER, H. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1986/87. 138 Seiten | 145.— |

| | | | |
|------|-----|--|-------|
| 1989 | 36 | Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (8). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen. 128 Seiten | 130.— |
| 1989 | 37 | RACHOY, W.; EXNER, R. Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen. 100 Seiten | 105.— |
| 1989 | 38 | MERWALD, I. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1982/83, 1983/84. 92 Seiten | 100.— |
| 1989 | | SCHNEIDER, W. Sonderheft Verfahren, Möglichkeiten und Grenzen der Fernerkundung für die Inventur des Waldzustandes. 118 Seiten | 200.— |
| 1989 | 39 | KREHAN, H. Das Tannensterben in Europa. Eine Literaturstudie mit kritischer Stellungnahme. 58 Seiten | 60.— |
| 1989 | 40 | KRISSL, W.; MÜLLER, F. Waldbauliche Bewirtschaftungsrichtlinien für das Eichen-Mittelwaldgebiet Österreichs. 134 Seiten | 140.— |
| 1990 | 41 | KILLIAN, H. Bibliographie zur Geschichte von Kloster, Forstlehranstalt und Forstlicher Versuchsanstalt Mariabrunn - Schönbrunn. 162 Seiten | 165.— |
| 1990 | 42 | JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1974 - 1976 und Kurzfassung der Wildbachereignisse in Österreich in den Jahren 1974 - 1987. 98 Seiten | 100.— |
| 1990 | 43 | Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (9). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen. 80 Seiten | 80.— |
| 1990 | 44 | SMIDT, S.; HERMAN, F.; LEITNER, J. Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen. 33 Seiten | 35.— |
| 1990 | 44A | SMIDT, S.; HERMAN, F.; LEITNER, J. Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988 (Anhang). Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen. 230 Seiten | 280.— |
| 1990 | | KILIAN, W.; MAIER, C. Sonderheft Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Anleitung zur Feldarbeit und Probenahme. 58 Seiten | 70.— |
| 1990 | 45 | NEUMANN, MARKUS; SCHADAUER, K. Waldboden-Zustandsinventur. Methodische Überlegungen und Detailauswertungen. 88 Seiten | 90.— |
| 1990 | 46 | Zusammenkunft der Deutschsprachigen Arbeitswissenschaftlichen und Forsttechnischen Institute und Forschungsanstalten. Bericht über die 18. Zusammenkunft vom 18.-20. April 1990. 286 Seiten | 340.— |
| 1991 | 47 | SMIDT, S. Beurteilung von Ozonmeßdaten aus Oberösterreich und Tirol nach verschiedenen Luftqualitätskriterien. 87 Seiten | 90.— |
| 1991 | 48 | ENGLISCH, M.; KILIAN, W.; MUTSCH, F. Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Erste Ergebnisse. 75 Seiten | 80.— |
| 1991 | 49 | Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem. Ziele, Methoden und erste Ergebnisse. 128 Seiten | 130.— |
| 1991 | 50 | SMIDT, S. Messungen nasser Freilanddepositionen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt. 90 Seiten | 90.— |

| | | | |
|------|----|--|-------|
| 1991 | 51 | HOLZSCHUH, C. Neue Bockkäfer aus Europa und Asien, I. 33 neue Bockkäfer aus der palaearktischen und orientalischen Region (Coleoptera,Cerambycidae). 75 Seiten | 200.— |
| 1991 | 52 | FÜRST, A. Der forstliche Teil der Umgebungsüberwachung des kalorischen Kraftwerkes Dürnrohr. Ergebnisse von 1981 bis 1990. 42 Seiten | 45.— |
| 1991 | 53 | JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1977-1979. 80 Seiten | 80.— |
| 1991 | 54 | JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1980-1982. 78 Seiten | 80.— |
| 1991 | 55 | WIESINGER, R.; RYS, J. Waldzustandsinventur: Untersuchung der Zuwachsverhältnisse an Wald- und Bestandesrändern. 60 Seiten | 60.— |
| 1991 | 56 | RACHOY, W.; EXNER, R. Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen. 60 Seiten | 95.— |
| 1991 | 57 | SMIDT, S.; HERMAN, F.; LEITNER, J. Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1989/90. 28 Seiten | 30.— |
| 1991 | 58 | STAGL, W.; HACKER, R. Weiden als Prosshölzer zur Äsungsverbesserung. 56 Seiten | 60.— |
| 1991 | 59 | HOLZER, K.; OHENE-COFFIE, F.; SCHULTZE, U. Vegetative Vermehrung von Fichte für Hochlagenauforstungen. Physiologische und phänologische Probleme der Anpassung. 73 Seiten | 75.— |
| 1991 | 60 | HOLZSCHUH, C. Neue Bockkäfer aus Asien II. 63 neue Bockkäfer aus Asien, vorwiegend aus China und Thailand, (Coleoptera: Disteniidae und Cerambycidae). 71 Seiten | 140.— |
| 1992 | 61 | STAGL, W. Auswertung der "Trakte" zum Staatsvertrag "Vereinbarung zwischen Bund und dem Land Kärnten über gemeinsame Maßnahmen zur Sicherung eines ausgewogenen Verhältnisses von Wald und Wild". 62 Seiten | 105.— |
| 1992 | 62 | JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1983-1985. 72 Seiten | 75.— |
| 1992 | 63 | FÜRST, A. Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden Beobachtungssystems. Ergebnisse 1989. 37 Seiten | 40.— |
| 1992 | | DRAGOVIC, N. Sonderheft 1 Terminologie für die Wildbachverbauung. Fachwörterbuch deutsch - serbokroatisch. Terminologija Uredjenja Bujicnih Tokova. Recnik Strucnih Termina Srpskohrvatsko - Nemacki. 43 Seiten | 50.— |
| 1992 | 64 | JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1986-1988. 91 Seiten | 95.— |
| 1992 | 65 | NATHER, J. (HRSG.) Proceedings of the meeting of IUFRO - WP S2.02-21 on "Actual problems of the legislation of forest reproductive material and the need for harmonization of rules at an international level". Gmunden / Vienna - Austria, June 10. - 14. 1991. 180 Seiten | 200.— |
| 1992 | 66 | JEGLITSCH, F. Wildbachereignisse in Österreich 1989. 60 Seiten | 60.— |

| | | | |
|------|----|---|-------|
| 1992 | 67 | Ökosystemare Studien in einem inneralpinen Tal. Ergebnisse aus dem Projekt "Höhenprofil Zillertal". 152 Seiten | 180.— |
| 1992 | 68 | LUZIAN, R. Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1987/88, 1988/89, 1989/90, 1990/91. 188 Seiten | 200.— |
| 1992 | 69 | HOLZSCHUH, C. Neue Bockkäfer aus Asien III. 57 neue Bockkäfer aus Asien. Vorwiegend aus China, Thailand und Vietnam (Coleoptera, Cerambycidae). 63 Seiten | 120.— |
| 1992 | 70 | Ökosystemare Studien im Kalkalpin. Erste Ergebnisse aus dem Projekt "Höhenprofile Achenkirch". 103 Seiten | 100.— |
| 1992 | 71 | Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem. Beiträge zum WBS-Seminar vom 23. April 1992. 111 Seiten | 115.— |
| 1992 | 72 | VOSHMGIR, D. (BEARB.). Das Schrifttum der Forstlichen Bundesversuchsanstalt. Teil IV: 1974 bis 1990. 115 Seiten | 80.— |
| 1993 | 73 | MÜLLER, F. Auswahl und waldbauliche Behandlung von Gen-Erhaltungswäldern. 24 Seiten | 25.— |
| 1993 | 74 | Lawinenbericht 1991/92. Dokumentation und Fachbeiträge. 110 Seiten | 80.— |
| 1993 | 75 | HOLZSCHUH, C. Neue Bockkäfer aus Europa und Asien IV. 60 neue Bockkäfer aus Asien, vorwiegend aus China und Thailand (Coleoptera:Cerambycidae). 63 Seiten | 100.— |
| 1994 | 76 | SCHADAUER, K. Baumartenatlas für Österreich. Die Verbreitung der Baumarten nach Daten der Österreichischen Waldinventur. 160 Seiten | 200.— |
| 1994 | 77 | KAISER, A. Projekt "Höhenprofil Zillertal" Analyse der vertikalen Temperatur- und Windstruktur und ihr Einfluß auf die Immissionskonzentrationen. 95 Seiten | 80.— |
| 1994 | 78 | HERMAN, F.; SMIDT, S. Ökosystemare Studien im Kalkalpin. Höhenprofil Achenkirch. Ergebnisse aus dem Bereich Phyllosphäre. 134 Seiten | 120.— |
| 1994 | 79 | FÜRST, W.; JOHANN, K. Modellkalkulationen zum Naturverjüngungsbetrieb. 53 Seiten | 55.— |
| 1994 | 80 | ANDRECS, P. Schadensereignisse in Wildbacheinzugsgebieten Österreichs 1990 und 1991. 47 Seiten | 50.— |
| 1994 | 81 | GEBUREK, T.; MÜLLER, F.; SCHULTZE, U. Klimaänderung in Österreich. Herausforderung an Forstgenetik und Waldbau. 113 Seiten | 100.— |
| 1994 | 82 | KILIAN, W.; MÜLLER, F.; STARLINGER, F. Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs Eine Naturgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. 60 Seiten | 70.— |
| 1995 | 83 | JOHANN, K. Ergebnis der Großdüngungsversuche St. Martin und Flachau Ertragskundlicher Abschlußbericht. 102 Seiten | 100.— |
| 1995 | 84 | HOLZSCHUH, C. Beschreibung von 65 neuen Bockkäfern aus Europa und Asien, vorwiegend aus Thailand und China (Coleoptera: Disteniidae und Cerambycidae). 63 Seiten | 60.— |

| | | | |
|------|-----|--|-------|
| 1995 | 85 | KRISTÖFEL, F.; POLLANSCHÜTZ, J. Entwicklung von Fichtenpflanzen nach Triebrückschnitten. 17 Seiten | 20.— |
| 1995 | 86 | CECH, T.; TOMICZEK, C. Forstpathologische Erhebungen im Gebiet Achental. 46 Seiten | 50.— |
| 1995 | 87 | HERMAN, F., SMIDT, S. Ökosystemare Studien im Kalkalpin - Bewertung der Belastung von Gebirgswäldern, Schwerpunkt Rhizosphäre. 288 Seiten | 450.— |
| 1995 | 88 | CECH, T.; PERNY, B.; DONAUBAUER, E. Wipfelsterben an Jungfichten in Österreich und beteiligte Mikropilze. 32 Seiten | 50.— |
| 1995 | 89 | MARKART, G.; KOHL, B. Starkregensimulation und bodenphysikalische Kennwerte als Grundlage der Abschätzung von Abfluß- und Infiltrationseigenschaften alpiner Boden- / Vegetations-einheiten. Ergebnisse der Beregnungsversuche im Mustereinzugsgebiet Löhnersbach bei Saalbach in Salzburg. 38 Seiten | 60.— |
| 1995 | 90 | LANG, E. Starkregensimulation - Ein Beitrag zur Erforschung von Hochwasserereignissen. 70 Seiten | 100.— |
| 1995 | 91 | LUZIAN, R.; RAMMER, L.; SCHAFFHAUSER, H. Lawinenbericht 1992/93 - Dokumentation und Fachbeiträge. 52 Seiten | 80.— |
| 1995 | 92 | SCHIELER, K.; BÜCHSENMEISTER, R.; SCHADAUER, K. Österreichische Forstinventur - Ergebnisse 1986/90. 262 Seiten | 250.— |
| 1996 | 93 | NEUMANN, M. (Hrsg.) Österreichisches Waldbeobachtungssystem Beiträge zum 4. WBS-Seminar in Wien am 23. November 1995. 177 Seiten | 260.— |
| 1996 | 94 | HERMAN, F.; SMIDT, S. Ökosystemare Studien im Kalkalpin Abschätzung der Gefährdung von Waldökosystemen. 291 Seiten | 350.— |
| 1997 | 95 | MÜLLER, F. Waldbau an der unteren Waldgrenze. 129 Seiten | 190.— |
| 1997 | 96 | LANG, E.; STARY, U.; KOHL, B.; MARKART, G.; PROSKE, H.; TRINKAUS, P.; ANDRECS, P.; GOTTSCHLING, H. Beiträge zur Wildbachforschung. 51 Seiten | 80.— |
| 1997 | 97 | RASCHKA, H.-D. Forstliche Biomasseproduktion im Kurzumtrieb. 29 Seiten | 50.— |
| 1997 | 98 | KELLER, G. Mykosoziologische Studie über die Mykorrhizapilze der Zirbe - Artenspektrum und Sukzession in der hochsubalpinen Stufe der Tiroler Zentralalpen. 74 Seiten | 110.— |
| 1997 | 99 | SMIDT, ST. Lexikon fürwaldschädigende Luftverunreinigung mit Index Deutsch-Englisch/Englisch-Deutsch. 209 Seiten | 318.— |
| 1997 | 100 | KRONFUSS, H. Das Klima einer Hochlagenauforstung in der subalpinen Höhenstufe - Haggen im Sellraintal bei St. Sigmund, Tirol (Periode 1975 - 1994). 331 Seiten | 400.— |
| 1998 | 101 | NEUMANN, M. Waldwachstumskundlicher Rauchhärtestest „Arnoldstein“ - Auswertung einer 25jährigen Fallstudie . 42 Seiten | 60. |
| 1998 | 102 | JUNGWIRTH, P. Zuwachsuntersuchungen an Fichte in verschiedenen Seehöhenstufen in den südlichen Zwischenalpen Österreichs . 54 Seiten | 80.— |

| | | | |
|------|-----|--|-------|
| 1998 | 103 | SCHULTZE, U. Untersuchung der Angepaßtheit von Fichtensämlingen an die Seehöhe Klimakammertestung der Fichtenbeerntungen der Reifejahre 1991 und 1992. 38 Seiten | 60.— |
| 1998 | 104 | ENGLISCH, M. & KILIAN, W. (HRSG.). Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich. 112 Seiten | 170.— |
| 1998 | 105 | HEINZE, B. Molekulargenetische Unterscheidung und Identifizierung von Schwarzpappeln und Hybridpappelklonen. 44 Seiten | 70.— |
| 1998 | 106 | HEINZE, B. Erhaltung der Schwarzpappel in Österreich - forstwirtschaftliche, genetische und ökologische Aspekte. 33 Seiten | 50.— |
| 1998 | 107 | HOLZSCHUH, C. Beschreibung von 68 neuen Bockkäfern aus Asien, überwiegend aus China und zur Synonymie einiger Arten (Coleoptera: Cerambycidae). 65 Seiten | 100.— |
| 1999 | 108 | LANG, E.; HAGEN, K. Wildbacheinzugsgebiet Gradenbach – Analyse des Niederschlag- und Abflußgeschehens 1968 - 1996. 109 Seiten | 160.— |
| 1999 | 104 | ENGLISCH, M. & KILIAN, W. (HRSG.). Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich. 2. erweiterte Auflage, 114 Seiten | 170.— |
| 1999 | 109 | P. ANDRECS Wildbacheinzugsgebiet Graschnitzbach – Hydrologisches Nachschlagewerk mit Kommentaren. 107 Seiten | 160.— |
| 1999 | 110 | C. HOLZSCHUH Beschreibung von 71 neuen Bockkäfern aus Asien, vorwiegend aus China, Laos, Thailand und Indien (Coleoptera, Cerambycidae). 64 Seiten | 100.— |
| 2000 | 111 | F. MÜLLER (Hrsg.) Mariabrunner - Waldbautage Umbau sekundärer Nadelwälder. 237 Seiten | 350.— |
| 2000 | 112 | W. FÜRST & H. SCHAFFER Konzept des neuen Österreichischen Waldentwicklungsgesamtplanes „WEP-Austria-Digital“. 22 Seiten | 44.— |
| 2000 | 113 | F. HERMAN (hrsg.) Forschungsergebnisse und Forschungsbedarf zum Thema „Sustainable Future of Mountain Forests in Europe“. Beiträge für den 3. Internationalen Workshop in Igls/Tirol zur Umsetzung der Resolution S4 am 3.–5. Mai 2000. 83 Seiten | 120.— |

